البذور

كبسولات الحياة الزمنية



روب كيسلر

توطئة بقلم أمير وايلز

وولفغانغ ستوبي

مدينة الملك عبدالعزيز
للعلوم والتقنية KACST

البذور

كبسولات الحياة الزمنية

روب كيسلر ولفغانغ ستوبي
تحرير وتصميم ألكسندرا باباداكيس



توطئة بقلم أمير وايلز

مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية KACST

ح مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية، ١٤٣٧ هـ
فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

كيسلر، روب
البذور: كبسولات الحياة الزمنية. / روب كيسلر؛ وولفغانغ
ستوبي .- الرياض، ١٤٣٧هـ
٢٦٤ ص ؛ ٢٢ x ٢٠ سم
ردمك:٤-٨٨-٨٠٤٩-٦٠٣-٩٧٨
١- البذور ٢- الانتاج الزراعي أ. ستوبي، وولفغانغ(مؤلف
مشارك) ب. العنوان
ديوي ٦٣١,٥٢ ١٤٣٧/٩٣٥٩

رقم الإيداع: ١٤٣٧/٩٣٥٩
ردمك: ٤-٨٨-٨٠٤٩-٦٠٣-٩٧٨

هذا الكتاب من إصدار: PAPADAKIS

Publishing Director: Alexandra Papadakis

الطبعة الأولى 1438هـ / 2017م

إكرامًا لذكرى أستاذي الموقّر هيربرت هَبر (1931-2005)، الذي زرع البذرة التي أنتجت هذا الكتاب.

وولفغانغ ستوبي، كيو & وايكهرست بلايس، شباط 2006

إكرامًا لذكرى جورج بزبي (1926 - 2005)، فنان وناصح مخلص وصديق وضعني على الطريق

روب كسيلر، لندن، شباط 2006

شكر

تطلّب إنتاج هذا الكتاب ليس فقط مؤلّفين اثنين ومصممة لامعة مثل ألكسندرا باباداكيس وناشرًا رؤيويًّا كأندرياس باباداكيس ولكن أيضًا هناك عدد من الزملاء والأصدقاء والشركاء الذين ساهموا بطرق متعددة. نودّ شكر البروفسور سير بيتر كراين، مدير الحدائق النباتية الملكية، كيو، لتشجيعه ودعمه طوال مدة العمل على المشروع. نشكر موظفي الحدائق النباتية الملكية كيو، خصوصًا قسم الميكرومورفولوجيا وجميع أفراد قسم الحفاظ على البذور وعدد من شركاء «شراكة بنك بذور الألفية» في جميع أنحاء العالم الذين ساهموا في إنشاء المجموعة الرائعة التي شكّلت أساس هذا الكتاب. تحصل «شراكة بنك بذور الألفية» على تمويل من لجنة الألفية في المملكة المتحدة ومؤسسة «ولكوم ترست». كما تحصل الحدائق النباتية الملكية كيو على هبة سنوية من وزارة البيئة والغذاء ووزارة الشؤون البلدية والقروية في المملكة المتحدة.

الحدائق النباتية الملكية كيو

الحدائق النباتية الملكية كيو منظمة علمية ذات شهرة عالمية وقبلة للزوار على حد سواء. يستكشف أكثر من مليون شخص في السنة هذا المعلم الذي يشكل أحد مواقع التراث العالمي: 132 هكتارًا من الحدائق المهيبة مع ستة بيوت زجاجية (دفيئات) وبحيرة وبرك وصالة عرض للصور من الطراز الفكتوري ومعرض للآثار. وفي الكواليس نجد مجموعات من النباتات الحية المهمة على الصعيد الدولي ومَعشَبة من مستوى عالمي وبرامج أبحاث شاملة تؤمّن المعلومات للعمل الذي يتناول التنوّع الحيوي والمحافظة على النبات في جميع أنحاء العالم. يزور حدائق كيو كل سنة نحو 150000 طفل، ويتخرّج متخصصو البستنة في مدرسة شهيرة واقعة ضمن الحدائق. تتولى كيو مسؤولية الموقع الذي يشهد أكبر عدد من الزوار بين المواقع التي يملكها التروست القومي وهو وايكهرست بلايس في سَسكس، مقر «شراكة بنك بذور الألفية».

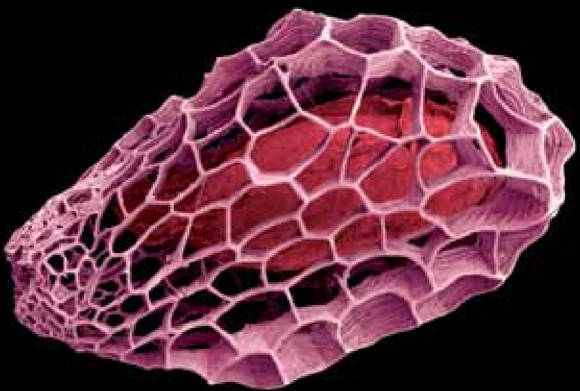
كلام الصور

صفحة 1: كَستيلّيجا إكسِرتا، نويع لاتيفوليا (جَعْفيليات)- أسكوبيتا / نفل البوم الأرجواني، تم جمعها من كاليفورنيا في الولايات المتحدة- بذرة؛ يبلغ طولها 1.9 مم

صفحة 2: أريوكاربوس رِتوسوس (صبّاريّات)- صبار الحجر الحي - عيّنة مزهرة؛ بطيء النمو وعديم الأشواك وشكله أقرب إلى الأغاف / الباهرة؛ أحد أنواع الصبّار المكسيكية الأكثر جاذبية والأكثر استقطابًا للجامعين.

صفحة3: أريوكاربوس رِتوسوس (صبّاريّات)- بذرة؛ يبلغ طولها 1.5 مم.





تقديم

تسعى مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية من خلال دعم البحث العلمي والتطور التقني الى تنمية شخصية الانسان وتوسيع مداركه، كما جاء اهتمامها بنشر الثقافة والتوعية ، لعلمها بالدور الهام للمعرفة العلمية في إطلاق ما لدى الانسان من قدرات إبداعية وابتكارية، وهو ما يبين العلاقة الطردية بين العلوم والتقنية والثقافة العلمية للفرد.

هذا وقد حرصت المدينة منذ إنشائها على الاهتمام بنشر التوعية والثقافة العلمية بين أفراد المجتمع من خلال توفير المطبوعات العلمية من مجلات، ونشرات، وكتب، وغيرها من الإصدارات الموجهة إلى عموم القرّاء والمستفيدين، بالإضافة إلى استمرارها في تنظيم النشاطات والفعاليات العلمية الأخرى، مثل: إقامة الأسبوع السنوي للعلوم والتقنية وتنظيم المحاضرات وعقد الندوات والمؤتمرات من أجل الإسهام في تثقيف المجتمع وتنمية معارفه العلمية، وكذلك إثراء المكتبة والمحتوى العلمي العربي بالمعلومات الحديثة.

يسرني تقديم سلسلة كتب النباتات هذه التي تضم أربعة كتب هي: 1) عجائب مملكة النباتات، عالم صغير تحت الضوء؛ 2) البذور، كبسولات الحياة الزمنية؛ 3) اللقاح، النشاط الخفي للأزهار؛ 4) الثمار، نأكلها، لا نأكلها، لكنها مدهشة على أي حال. تعرض هذه السلسلة مزيدا من أسرار النباتات وما توصل إليه العلم مؤخرا حولها مدعمة بصور أخاذة ساهم في تأليفها نخبة من العلماء المتخصصين لتقدم هذا العلم في صورة جديدة تجذب إليها المتخصص والقارئ العادي في عرض مبهر لما يحويه عالم النباتات من التنوع والجمال والقدرة على بقاء النوع وما يقدمه لبقية الكائنات الحية لتلبية بقائها على قيد الحياة.

الله أسأل التوفيق؛ للمضي قدمًا في سعينا إلى إثراء المكتبة العربية بإصدارات علمية متنوعة، وأن تحقق أثرًا حميدًا نحو مجتمع حيوي معرفي ، يحثّ الخطى صوب التنمية والتطور.

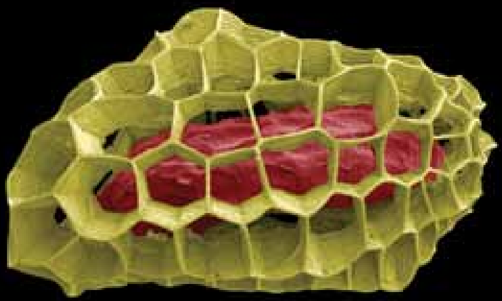
د.تركي بن سعود بن محمد آل سعود

رئيس مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية

تعرض هذه السلسلة إبداع الخالق (سبحانه وتعالى) الذي أودعه في مخلوقاته في المملكة النباتية واستطاع العلماء الوصول إلى شيء منه؛ إبداع في التكيف مع الظروف البيئية المختلفة لتظهر نباتات تناسب كل بيئة حسب طبيعة تربتها ومناخها ووفرة مياهها وما يحيط بها من مخلوقات، إبداع في حفظ النوع واستمراريته عبر ملايين السنين رغم ما يحيط به من تقلبات بيئية لم تستطع مخلوقات أخرى الصمود أمامها، إبداع في تنوع أشكال الثمار وألوانها ومذاقها لتنتفع بها مخلوقات أخرى وتعيش عليها. هذا ما يعرفه العلماء ويبحثون فيه منذ آلاف السنين، ولكن تكشف هذه السلسلة إضافة إلى ذلك عن بُعد آخر قلما تطرقوا إليه من قبل؛ إنه الجمال في الخلق. أودع الله في النباتات جمالا وهندسة وألوانا بداية من حبوب اللقاح إلى الأزهار والأوراق فالثمار والأشجار، ليقف الإنسان أمام هذا الإبداع متأملا ومتفكرا في تفسيره بما أوتي من علم.

هذه السلسلة تقدم مدى علم الإنسان وما وصل إليه في بعض جوانب علم النباتات ولا تزال أسرار الله في خلقه عميقة، ليستمر الإنسان في البحث والكشف عنها بفضل الله وحكمته.

ومدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية وهي تقدم هذه السلسلة كمساهمة منها في بناء مجتمع واع بمستجدات العلوم، لتأمل أن تصل إصداراتها إلى كافة القراء وأن تتحقق الفائدة المرجوة من ورائها.



د.عبدالعزيز بن محمد السويلم

نائب رئيس مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية

لدعم البحث العلمي

المحتويات

تامنوسما أفريكانوم (سذابيّات روتاسيا)؛ جُمعت في جنوب أفريقيا – بذرة؛ أسباب التشكيل السطحي الغريب غير معروفة؛ طول البذرة 2 مم.



يُعَدُّ هذا الكتاب واحدًا من أهم الكتب المرجعية في مجاله، وممّا يميّزه الجمع بين المادة العلمية والجوانب الفنية والجمالية. وتقضي الأمانة العلمية وحقوق المؤلف ترجمة النص حرفيًّا. وهي لا تعبر بالضرورة عن المسلَّمات والمفاهيم المتَّبعة في مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية.

CLARENCE HOUSE

يعرف كل من شاهد ندفة ثلج من خلال عدسة مكبّرة أنه سيجد بعضًا من صناعة الطبيعة اليدوية الأكثر إتقانًا وروعةً على مقياس مصغّر. وذلك عبر المزج بين عين الفنان والمشاهدة العلمية على المستوى المجهري، يكشف هذا الكتاب عن عبقرية الطبيعة في حماية البذور وتزيينها: فالبذور هي البنى الأكثر حيوية على الإطلاق التي تضمن نشوء الجيل التالي من النباتات، وهي بالتأكيد التي تعتمد عليها حضارتنا كلها في مآل الأمر...

سمحت البذور لأسلافنا بالانتقال من كونهم صيّادين جامعين إلى مزارعين ثابتين في أرضهم قادرين على الانطلاق في رحلة الحضارة. ولا تزال البذور، على شكل محاصيل غذائية أساسية، توفّر للقسم الأكبر من البشرية المصدر الأساسي للطعام. إنها أيضًا الوسيلة التي تنتقل بها النباتات في الزمان والمكان. إن قدرتها المدهشة على البقاء في حالة الرقاد لعشرات أو حتى مئات السنين تمنحنا طريقة لتفادي انقراض النباتات في البرّية. تتعرض الأنواع النباتية من حولنا للتهديد مع خسارة أو فساد مَواطنها نتيجة إدارتنا للكوكب بشكل لا يضمن استمراره. حفظ البذور من أجل المستقبل إنما هي طريقة شديدة الأهمية لضمان مستقبل البشرية، التي تهدّد حاليًّا ربع الأنواع النباتية الـ270000 المتبقّية بالانقراض بحلول عام 2050.

يسرّني جدًّا أن هذا الكتاب هو ثمرة تعاون يشمل مشروع بنك بذور الألفية في كيو، الذي تعاملت معه عن كثب منذ بدايته. يهدف العلماء المتفانين الشغوفين الذين يعملون في كيو إلى المحافظة على الأنواع النباتية للمدى الطويل. يسمح الجمال والمعرفة اللذان التقطهما روب كيسلر وولفغانغ ستوبي في هذا الكتاب لنا بالتأمل في بهاء البذور ومنفعتها وفي أهمية المحافظة عليها- وعلى النباتات التي هي جزء منها- في كل تنوّعها اللامتناهي. يذكّر بالمحصلة الظهور المستمر للتساوق الخماسي (خماسي الأضلاع) في الأزهار والبذور البرّية بالعلاقة الوثيقة بين النسبة الذهبية، أو المعدّل الذهبي، وقوّة الحياة والتناسق.

بالنسبة إلى أينشتاين، فإن فرح النظر وحس العَجَب في الفهم هما هدية الطبيعة الأجمل. أمام دهشتنا لجمال البذرة المتواضعة الخلاّب، مَن يستطيع أن يخالف هذا الرأي؟





مقدّمة

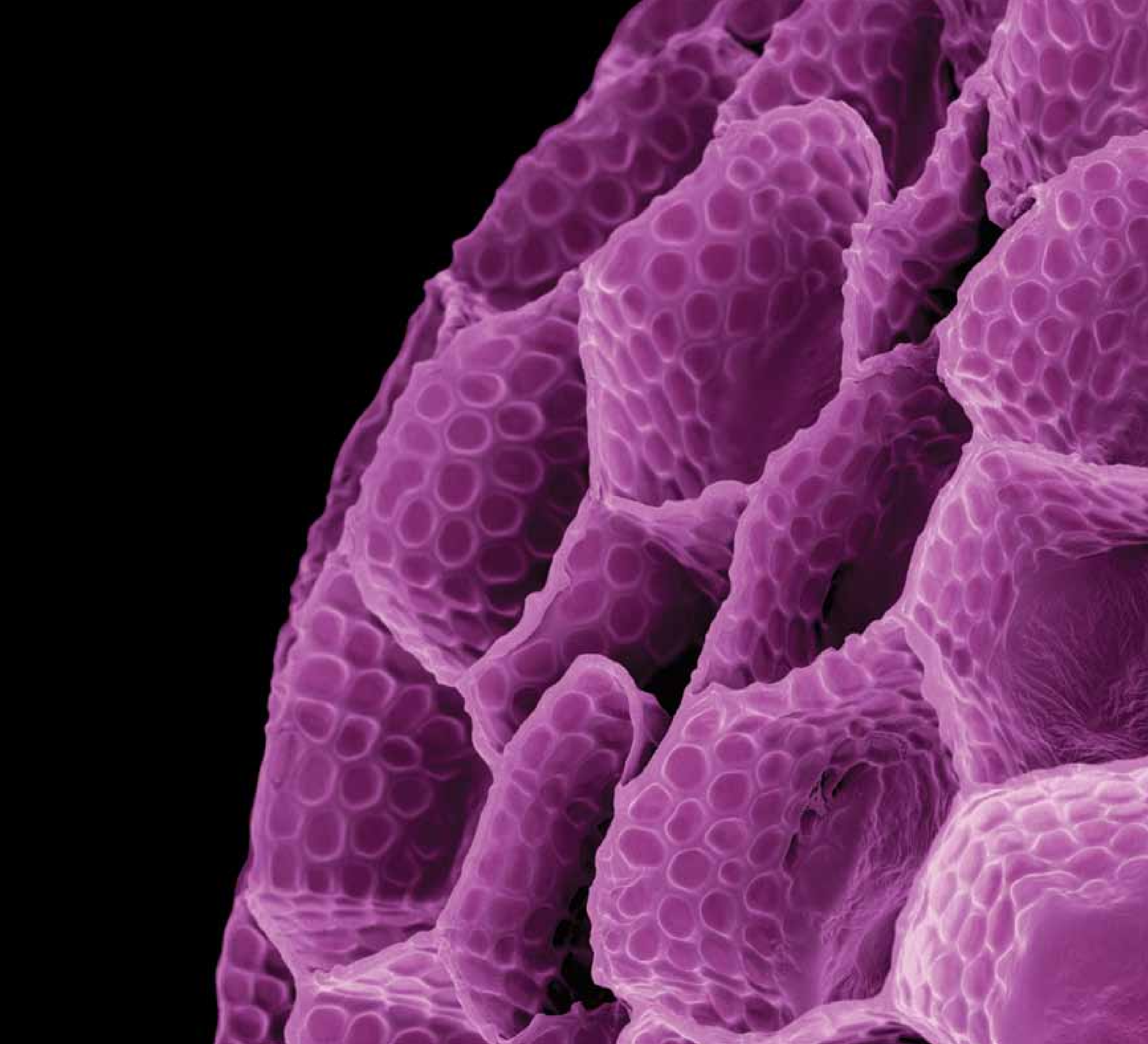
البروفسور سير بيتر كراين

كارل و نوبلوك جونيور

عميد كلية الحراجة والدراسات البيئية

جامعة يال

أنتيرينوم كولتريانوم (حَمَليّات)- خطمية كولتر؛ جُمعت في كاليفورنيا- منظر قطبي (دَرزي) لبذرة- لا تحمل بذور هذه العشبة الحولية أي تكيّفات واضحة على الانتشار؛ بذرة بطول 0.8 مم وعرض 0.6 مم.



يعود تاريخ الحياة النباتية على اليابسة إلى ما يقارب الـ 600 مليون سنة خلت، وعلى طول هذا الامتداد الزمني يبرز ظهور البذرة كإحدى البنى الجديدة الأساسية التي سمحت للنباتات بالانتشار والتنوّع على كامل سطح الأرض. إن هذه البذور المزوّدة بمخزون غذائي والقادرة على الرقاد قبل إنتاجها الجيل التالي منحت النباتات القدرة على البقاء على قيد الحياة في الأوضاع القاسية المؤقّتة وخلقت فرصًا جديدة للنباتات كي تنتقل من مكان إلى آخر. تُعدّ كل بذرة كبسولة زمنية تضفي قدرة على التكيّف والحركة على دورات حياة النباتات: خاصيّتان لهما تأثيرات عميقة طويلة الأمد في تطوّر الحياة على هذا الكوكب.

يقدّم روب كسيلر وولفغانغ ستوبي في هذا الكتاب الرائع بيانًا مفعمًا بالحياة عن البذور وأهميتها، ويسلطان الضوء في الوقت عينه على جمالها وتنوّعها من خلال مجموعة من الصور المذهلة. هذا التعقيد الموجود في هذه الأشكال الطبيعية الرائعة، التي غالبًا ما تظهر بالمقياس المجهري، يؤكّد إبداع الطبيعة المدهش ويذكّرنا أيضًا بقلّة فهمنا لبنية وبيولوجيا وبيئة حتى أكثر النباتات شيوعًا.

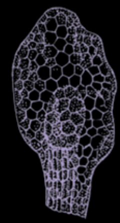
على مدى السيل العريض للزمن النشوئي التطوّري، سمحت قدرة البذور على التكيّف، تلك السمة نفسها التي تساعد النباتات على مقاومة البرد القارس والجفاف الطويل وعتمة الشتاء القطبي، بدرجة من المقاومة المتأصّلة للإنقراض. ويمكن للبذور في بنوك البذور الطبيعية، أن تبقى على قيد الحياة لعدّة عقود. أما في الأوضاع المثالية لبنوك البذور التي يصنعها الإنسان، فيمكن إطالة هذه المدّة إلى قرون من الزمن. ويقوم حاليًّا بنك بذور الألفية وغيره من بنوك البذور في العالم بتأمين عشرات آلاف أنواع النباتات المختلفة من الانقراض الناجم عن النشاط البشري. ونأمل في أن توسَّع هذه الجهود وتُسرّع بحيث لا نخسر إبداع ملايين السنين من تطوّر النباتات بشكل لا يمكن تعويضه خلال عهدنا القصير في هذا الكوكب.

نظرًا إلى الضرورة العاجلة للمشاكل البيئية الحالية، ينبغي أن يشكّل اجتذاب الجمهور للمشاركة في المحافظة على النباتات أولوية لدى أي عالِم مهتم بتنوّع الحياة النباتية. وبالتالي إنه أساسي بالنسبة إلى عمل بنك بذور الألفية والحدائق النباتية الملكية كيو. نحتاج إلى تعزيز الإدراك العام لدى الجمهور لأهمية النباتات في حياتنا جميعًا. إن الشراكة الخلاّقة بين الفنّان والعالم في هذا الكتاب تحفّزنا لطلب المزيد من المعرفة عن البذور وكيفية عملها. وآمل في أن يشجّعنا ذلك أيضًا على رؤية جلال الطبيعة والقيام بكل ما يسعنا لضمان بقائها في المستقبل.



ديجيتاليس بوربوريا (حَمَليّات)- قمعية أرجوانية؛ جُمعت في المملكة المتحدة- بذرة (بطول 1.3 مم) وتفصيل من غلاف البذرة.





كبسولات زمنية حافظة للحياة

روب كسيلر وولفغانغ ستوبي

بولونيا تومنتوزا (بولفينيّات)- بولفينيّة؛ موطنها الأصلي الصين- بذرة مزوّدة بجناح محيطي مفصَّص للمساعدة في الانتشار بوساطة الريح؛ يبلغ طول البذرة 4.4 مم.

هناك جاذب سحري، متجذّر في الطفولة، في مشاهدة البذور وهي تنمو: البلّوطة في قمعها المنطبق تمامًا على مقاس البذرة، أو السطح البنّي الغني المصقول لقسطل الحصان عند خروجه من قشرته الشائكة. تقرّبنا هذه الأشكال الحسّية أكثر من الطبيعة: محكّات زمنية ندحرجها بين أصابعنا، نقحمها في جيوبنا أو نتركها تذبل ببطء على حوافي النوافذ. ثم إن هناك الخشخاش، ببتلاته الحمراء النارية التي سرعان ما تسقط مع نضج الثمرة وتحوّلها إلى الجرو كابسول المألوف، والبذور المحتجزة في الداخل التي تخشخش مثل قرعية (ماراكاس) مصغّرة حتى ينفتح الغطاء وتُنشر البذور في النهاية.

عندما نحمل بذرة صغيرة في يدنا يصعب علينا أحيانًا أن نفهم كيف تخرج منها نبتة جميلة ومعقّدة إذا ما وُضعت في الظروف الملائمة. فالبذور هي بداية دورة حياة النباتات ونهايتها، تحمل الشيفرات الجينية التي تضمن نجاح انتشار النوع واستمراره. تشتهر البذور بمرونتها في التكيّف: فلقد تم إنتاش بذور بنجاح مأخوذة من عيّنات مجفّفة في معشبات وذلك بعد أكثر من مئتي سنة بعد جمعها. وتتنوع البذور في الشكل والمقياس تنوعًا واسعًا كتنوّع النباتات التي تأتي منها، من اللودوسيا المالديفية كوكو دو مير العملاقة التي يمكن أن يصل وزنها إلى عشرين كيلوغرامًا إلى بذور فصيلة السحلبيّات الشبيهة بالغبار وحيث يمكن أن يحتوي الغرام الواحد منها على أكثر من مليوني بذرة.

حتى القرن السابع عشر، كانت دراسة النباتات إلى حد بعيد ذات أغراض طبية أو بستنية، لكن المجهر المركب الجديد الذي طوّره الكيميائي والفيزيائي روبرت هوك أفاد الروّاد من علماء النبات مثل نحميا غرو وجون راي اللذين كانا من أوائل العلماء الذين وصفوا بنية البذور وآلياتها التوالدية. بالاستعانة بهذه المعرفة الجديدة، أعاد نسل جديد من المستكشفين وصيّادي النبات أزهارًا ونباتات غريبة إلى أوروبا، حيث قام عدد متزايد من علماء النبات والمزارعين بزراعتها. وقد ولّد ذلك شغفًا تنافسيًّا بزراعة النباتات المزهرة وبالتالي بالحدائق التي تُعرض فيها، وأصبح هناك طلب كبير ومتزايد على الأصناف الغريبة أدّى إلى ملء دفيئات النبلاء وحدائقهم التي انتشرت بسرعة.

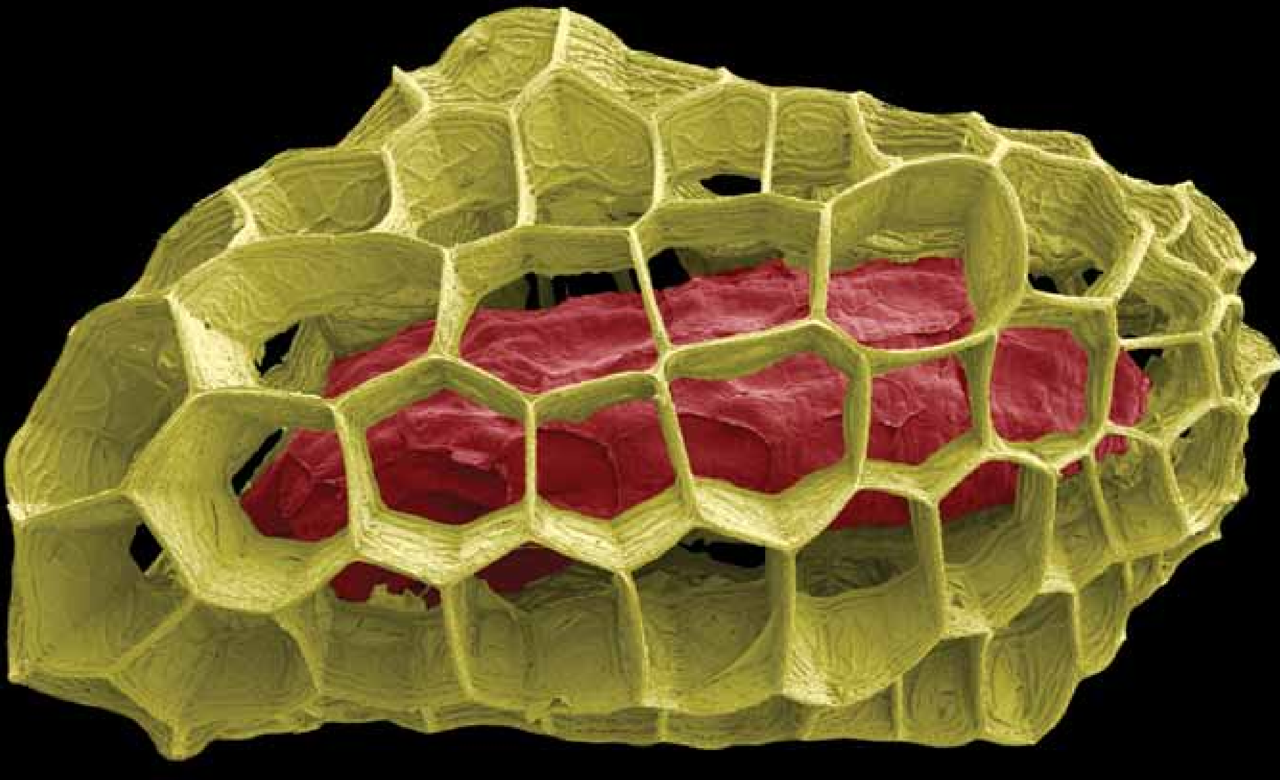


أوروسبرموم بيكرويدس (نجميّات) – عضيض مريراني؛ موطنه الأصلي جنوب أوروبا وشمال أفريقيا وآسيا– ثمرة نُزعت عنها الشُعيرات الناشرة (المظلة)؛ وأزهار صفراء تليها ثمار منتشرة بوساطة الريح تحمل مظلّة ريشية بيضاء شبيهة جدًّا بمظلة الطرخشقون (تراكساكوم أوفيسينالي)؛ يبلغ طول الثمرة (من دون المظلة) 10–15 مم.

أدّى هذا الشغف المتنامي إلى تأسيس مقاربة أكثر منهجية لجمع النباتات ودراستها العلمية مع إنشاء الحدائق النباتية. وفضلاً عن النباتات الحية التي تبقى حية، بما يشبه المعجزة، على الرغم من نقلها على مسافة آلاف الأميال عبر البراري والبحار، فإن جمع البذور والاتجار بها أصبح أمرًا شائعًا أكثر فأكثر. اليوم وقد تطورت هذه التجارة لتصبح بملايين الجنيهات تلبيةً لطلب مجموعة مثقّفة جدًّا من المتحمّسين للحدائق. ولكن ما هو أهم أيضًا أنه مع تزايد المشاكل البيئية ومع الاعتراف بأهمية الحفاظ على المَواطن النباتية لضمان التنوّع البيئي، ظهرت شبكة من جامعي البذور المتمرّسين الذين يمتلكون معرفة واسعة بالأنواع المحلية المهدّدة بالانقراض. وتُوزَّع النباتات الثمينة التي يجمعونها على الكثير من المراكز التي تهتم بالإبحاث على النباتات حول العالم. واعترافًا منها بالحاجة الملحّة إلى مقاربة تعاونية تشاورية، أسست الحدائق النباتية الملكية كيو بنك بذور الألفية في وايكهرست بلايس في ساسكس عام 2000. والمهمة الصعبة ولكن الحيوية التي اضطلعت بها «شراكة بنك بذور الألفية» هي جمع وحفظ بذور 75000 نوع تمثّل 25 % من النباتات المزهرة وعاريات البذور في العالم بحلول عام 2020.

في القرن الثامن عشر، عمل الفنانون والعلماء معًا بشكل وثيق على دراسة تعقيدات الحياة الكثيرة وتصويرها. وفي إحياء لروح التعاون هذه، يجمع هذا الكتاب بين عالميّ النبات والفن للكشف عن التنوّع والتعقيد المذهلين في البذور وللاحتفال بهما. وفي أثناء عملنا معًا، شعرنا بالدهشة والعجب أمام العينات التي كانت بين أيدينا ونأمل من خلال تعاوننا أن نريكم الأشياء التي رأيتموها ربما من قبل ولم تُتح لكم قط فرصة دراستها في تفاصيلها الدقيقة. في الطبيعة، تنتشر البذور بوساطة الريح، أو تحملها الحيوانات على ظهرها أو تأكلها الطيور وغيرها من الحيوانات لتُترك أو تُطرَح بعيدًا من النبتة الأم. وتنتشر أيضًا البذور بوساطة الإنسان- كطعام يُنقل على مسافات شاسعة أو كمواد للزينة في الحلي أو عرضًا عندما تلتصق بالثياب. ومن خلال هذا الكتاب نأمل في توسيع استراتيجية الانتشار بحيث تشمل جمهورًا جديدًا.



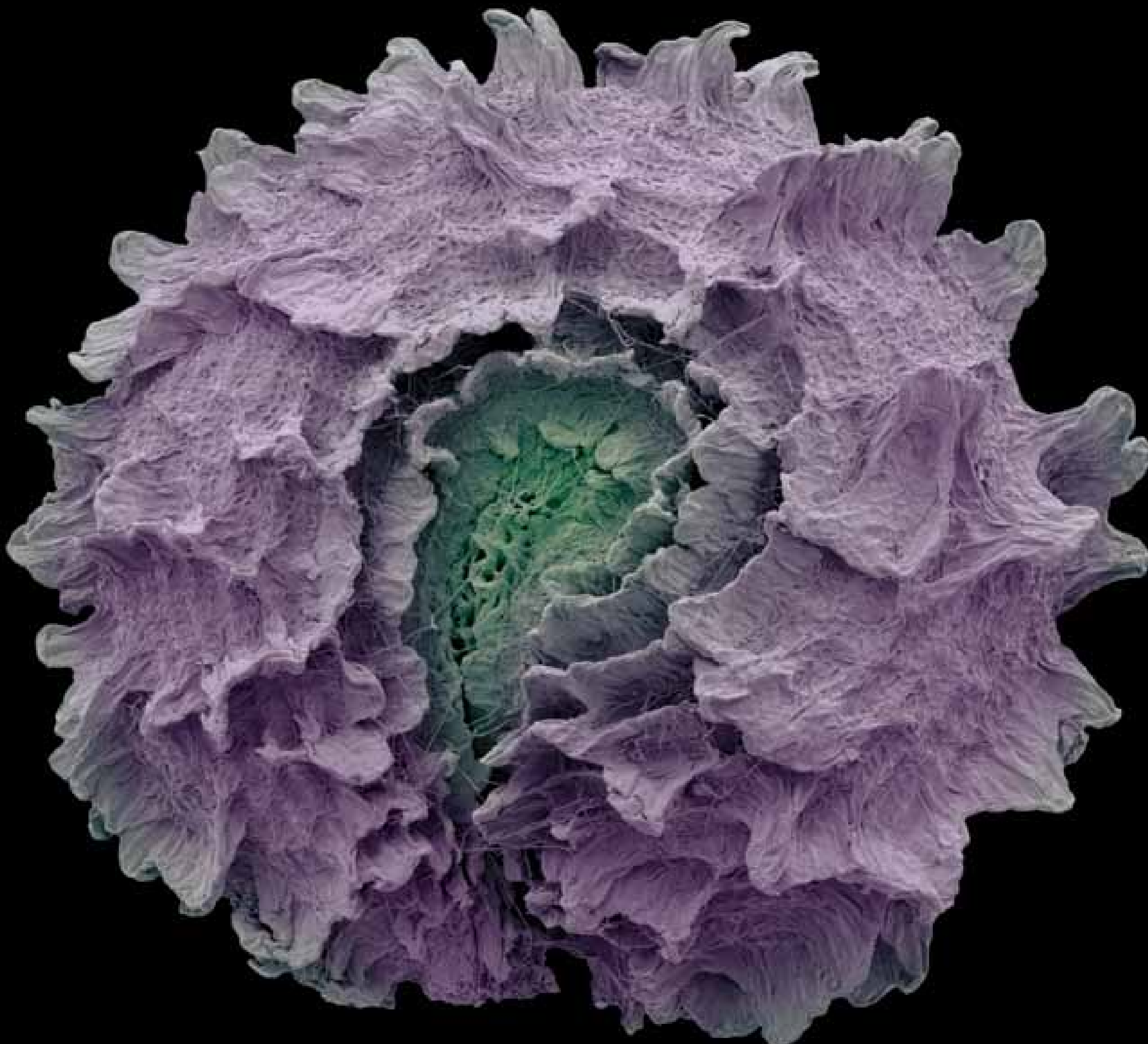




ما البذرة؟

ولفغانغ ستوبي

لاموروكسيا فيسكوزا (جَعفيليّات)- جُمعت من المكسيك- بذرة منطادية تحمل الشكل الأكثر تطرّفًا من نمط قرص العسل الذي نجده في البذور المنتشرة بوساطة الريح؛ تنحل الجدران الخارجية والداخلية التماسية لخلايا غلاف البذرة فلا يبقى سوى القفص الكبير غير الملتصق بالبذرة الشبيه بقرص العسل الذي ينتج من الجدران نصف القطرية السميكة؛ يبلغ طول البذرة 1.2 مم.



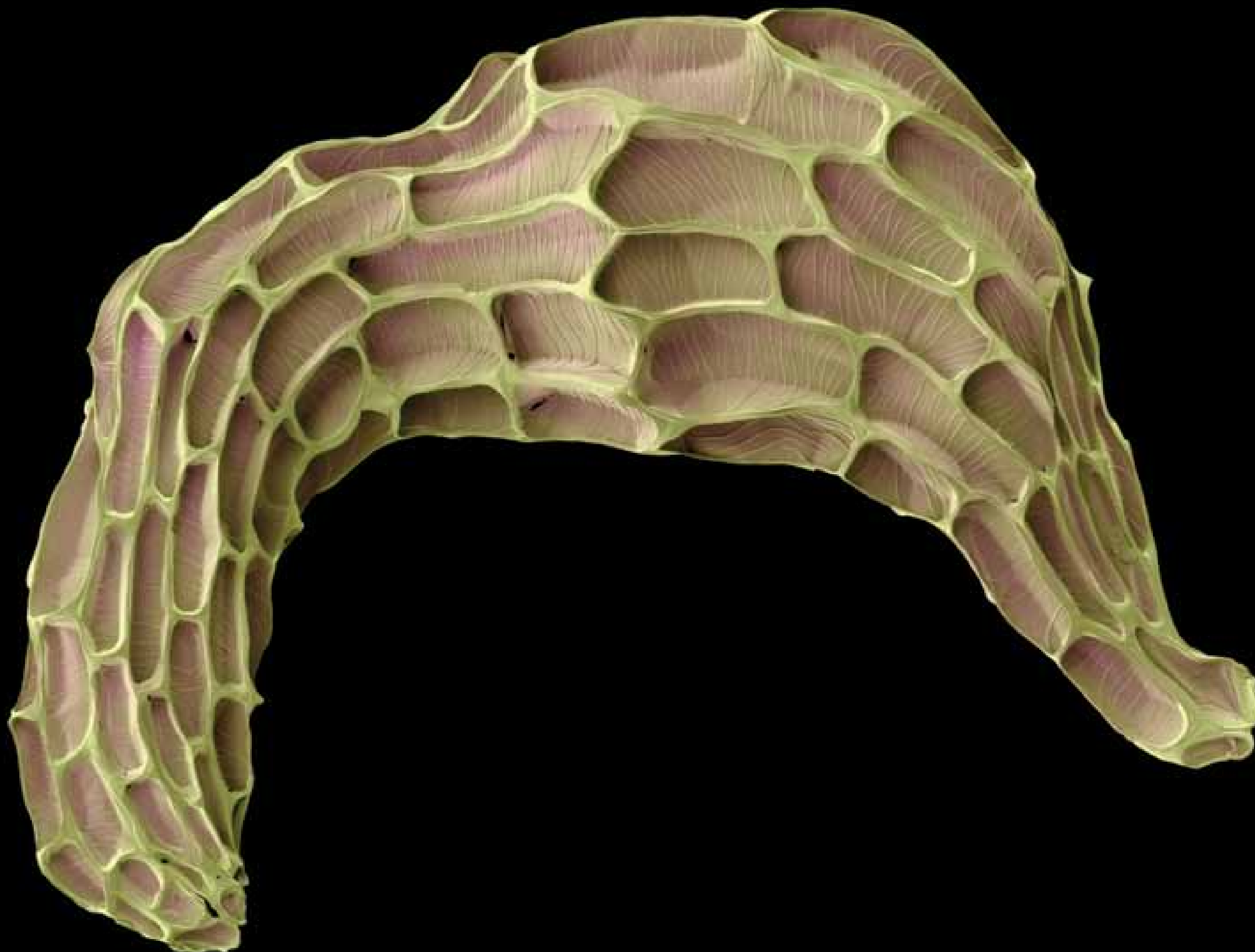
إنّ البذور كبسولات زمنية، مركبات تسافر في الزمان والمكان. في المكان المناسب والزمان المناسب، تنشأ من كل بذرة نبتة جديدة. والبذرة هي وسيلة الانتشار الأكثر تطوّرًا التي أوجدها تطوّر النباتات على كوكبنا والبنية الأكثر تعقيدًا التي تنتجها نبتة في حياتها. وللبذور وظيفتان رئيسيتان: التوالد والانتشار. وبالنسبة إلى معظم النباتات، فالبذرة هي المرحلة الوحيدة في حياتها حيث تكون قادرة على الانتقال. وكل بذرة تحمل إمكانات النبتة كلّها وحتى النوع. تنمو الأعشاب البالغة الصغر وكذلك الأشجار العملاقة من البذور. ومن أجل زيادة فرص نجاحها إلى الحد الأقصى وملء كل بيئة ملائمة، طوّرت النباتات مجموعة مذهلة من البذور المتباينة في الحجم والشكل واللون. فعلى سبيل المثال، يمكن أن يبلغ طول أكبر بذرة في العالم (في الواقع ثمرة أحادية البذرة) وهي اللودوسيا المالديفية/جوزة السيشيل أو «كوكو دي مير» أو جوزة الهند المزدوجة 50 سم ومحيطها نحو المتر وقد يصل وزنها إلى عشرين كيلوغرامًا. ونجد أصغر البذور في السحلبيّات. ويمكن ألاّ يتجاوز طولها 0.11 مم ووزنها 0.5 µg (= 0.0000005 غ)، ما يعني أن غرامًا واحدًا قد يحتوي على أكثر من مليوني بذرة.

إن هذا التنوّع المدهش، حيث غالبًا ما تكون الأمثلة الأصغر حجمًا ذات جمال مذهل وتعقيد بالغ، هو بدرجة كبيرة نتيجة اتباع استراتيجيات انتشار مختلفة. من المهم جدًّا بالنسبة إلى النبتة أن تجد طريقة تنشر بها بذورها. ويمكن إنجاز هذه المهمة إما من قِبل النبتة نفسها من خلال ثمار متفجّرة تقذف البذور (تقذف ثمار بعض البقوليّات بذورها على مسافة قد تصل إلى 60 م) أو عبر تطوير مجموعة واسعة ومنوّعة من التكيّفات المذهلة التي تسمح للبذرة باستخدام الريح أو الماء أو الحيوانات كوسائل نقل. عندما يمكّن نوع نباتي نسله من الانتقال بعيدًا من النبتة الأم، حتى وإن كان لمسافة قصيرة فقط، يصبح قادرًا على استيطان أراضٍ جديدة وزيادة أعداده وتخفيف التنافس بين النباتات الناشئة من نبتة واحدة والنبتة الأم.

تصوّر أن أطفالاً يُرسلون بعيدًا ليبدؤوا حياة جديدة في مكان آخر. فماذا ينبغي إعطاؤهم لضمان منحهم فرصة جيّدة للبقاء؟ سيحتاجون بالتأكيد إلى شيء يأكلونه، ربما غذاء مغلّف. ومن المرجح أنهم سيُعطون أيضًا شكلاً معيّنًا من الحماية ضد العناصر، وطبعًا ضد الحيوانات الضارية التي تبحث عن الطعام اللذيذ الذي يحملونه. هذه هي بالضبط استراتيجية النباتات. تتألّف البذرة من ثلاثة مكوّنات أساسية: النبتة الوليدة على شكل نبتة صغيرة تُدعى الجنين؛ والنسيج المغذي الغني بالطاقة الذي يحيط به ويُدعى السويداء؛ وطبقة واقية تغلّف الجنين والسويداء من الخارج وتُعرف عادة بغلاف البذرة.

إن ذلك النسيج المغذّي- مخزون البذور من الغذاء- هو ما يجعلها ثمينة جدًّا وضرورية جدًّا بالنسبة إلى معظم المجتمعات البشرية. ولا نبالغ إذا ما قلنا إن حضارتنا كلها مبنية على البذور. فكّروا في الحبوب مثل الأرزّ والقمح والذرة والشعير والشّيلم والشوفان والدُّخن؛ والبقوليّات مثل

كليومي جيناندرا (كبريّات)- شوارب الهر/ ملفوف أفريقي؛ جُمعت في بوركينا فاسو- تُطرح البذور من جراء ولا تُظهر أي تكيّفات واضحة على طريقة معيّنة من الانتشار مع أن شكلها القرصي السميك وتضاريسها الغريبة قد تساعد على الانتشار بواسطة الريح ومياه المطر؛ بزرة بقطر 1.45 مم.



في الصفحة المقابلة: أولوفيا ألتا (سحلبيّات)- جوز هند برّي- موطنه الأصلي المنطقة الاستوائية من أميركا وأفريقيا- بذرة ذات غلاف غير ملتصق بالبذرة تُظهر نمط قرص العسل النموذجي الذي نجده في البذور المنطادية المنتشرة بوساطة الريح؛ يبلغ طول البذرة 0.5 مم؛ في أسفل الصفحة: بذور أولوفيا ألتا منثورة على قطعة معدنية من بنس بريطاني واحد لإظهار أحجام بذور السحلبيات البالغة الصغر.

أدناه: لودويسيا مالديفيكا(نخليّات)- جوز السيشيل؛ موطنه الأصلي جزر السيشيل- تحتاج الثمار الأحادية البذرة التي تنتجها شجرة النخل هذه من 7 إلى 10 سنوات لتنضج وتحتوي على أكبر بذرة في العالم.





الفاصولياء والفول والبسلّة والعدس. إنها المصدر الرئيسي لغذاء بلايين الناس حول العالم وهي كلّها من البذور. ويشكّل الأرزّ وحده المادة الغذائية الأساسية بالنسبة إلى نصف سكّان الأرض.

ثم هناك متع الحياة التي تسهم فيها البذور مثل المكسّرات التي نتلذّذ بأكلها أو الجعة التي نشربها أو القهوة التي نتوق لشربها في الصباح. تعطينا البذور عددًا كبيرًا من أنواع التوابل المستعملة في الطهو: فلفل، جوز الطيب، كمّون، كراوية، شمرة وخردل، على سبيل المثال لا الحصر. كما أنها تعطي أيضًا المواد الخام الثمينة: تنتج زيوتًا ذات قيمة عالية، مثل زيت الكتّان المستخدم في الورنيش والدهان؛ وزيت بذر اللفت الذي يُستعمل كوقود؛وزيت الخروع، وهو مزلّق لمحرّكات النفّاثات والآلات الثقيلة. ومن المواد الخام الأخرى ذات القيمة الاقتصادية العالية نذكر القطن، الذي يتألّف من شعور بذور نبتة القطن.

وفضلاً عن منفعتها الهائلة، يمكن للبذور أن تكون مدهشة بجمالها. وسيغيّر هذا الكتاب إلى الأبد الصورة التي في ذهن أولئك الذين لم يقدّروا جمالها قط.

تطوّر البذرة

من السهل فهم بنية البذور الأساسية، لكن قلة من الناس يدركون التعقيد الذي تنطوي عليه. لقد احتاجت النباتات ملايين السنين لتطوير هذه الوسيلة المتطوّرة جدًّا من التوالد الجنسي، لكنها حقّقت نجاحًا هائلاً. في الحقيقة، يشكّل تطوّر النباتات البذرية من سليفاتها البدائية الشبيهة بالسرخس فصلاً أساسيًّا في تاريخ الحياة على الأرض. إن فهم كيفية تطوّر البذور وسبب تطوّرها، وكيفية تغييرها وجه كوكبنا، تجعل الرحلة إلى عالم البذور المجهري رحلة منوّرة ومشوّقة في آن.

من أين تأتي البذور؟ ولِمَ هي موجودة؟ وما الذي يجعل منها أحد أعظم إنجازات التطوّر النباتي؟ من أجل الإجابة عن هذه الأسئلة ينبغي لنا إلقاء نظرة وجيزة على تطور دورات حياة النباتات، والأهم من ذلك، على طرق توالدها الجنسي. لا تحمل النباتات البرّية البدائية مثل الحزاز (بما فيه الكبديّات والنباتات الزهقرانية) ورجل الذئب وذيل الحصان والسرخس، وهي نباتات تُعرف باللا زهريّات أي عديمة الأزهار(1) كما أنها لا تملك القدرة على إنتاج بذور. فهي تتكاثر بوساطة الأبواغ.

تختلف البذور والأبواغ في الشكل اختلافًا كبيرًا؛ وقد ساد الاعتقاد لوقت طويل أن لا شيء مشترك بينها. ولكن في عام 1851، قام عالم النبات الألماني، الذي لم يتلقَّ أي تعليم أكاديمي، ويلهلم هوفمايستر (1822 – 77) باكتشاف شهير: برهن أن «تناوب الأجيال» في النباتات البذرية يتبع المبدأ نفسه الذي نجده في الحزاز والسرخس، وأثبت بالتالي الرابط التطوّري بينها. ومن أجل إدراك أهمية اكتشاف هوفمايستر الحاذق وفهم كيفية تطوّر البذور، من الضروري أن نلقي نظرة أقرب إلى حياة النباتات البذرية الخاصة.



في الصفحة المقابلة: دريوبتيريس فليكس- ماس (سرخسيّات)- سرخس ذكر؛ جُمع في المملكة المتحدة- صورة عن قرب لضامّة (سوروس) تحتوي على حافظات أبواغ متفتّحة حول القميص اندوسيوم الذابل؛ قطر حافظة الأبواغ: يبلغ نحو 0.2 مم.
في الأعلى: دريوبتيريس فيلكس- ماس (سرخسيّات)- سرخس ذكر؛ جُمع في المملكة المتحدة- محتوى حافظة أبواغ واحدة تحيط به أبواغ حرّة من حافظات أبواغ مجاورة؛ يبلغ قطر التكتّل 0.15 مم.
في الأسفل: دريوبتيريس فيلكس- ماس (سرخسيّات)- سرخس ذكر؛ موطنه الأصلي المنطقة المعتدلة من نصف الكرة الشمالي- الجهة السفلية من سعفة سرخسية خصبة تُظهر الضامّات البنية (تكتّلات حافظات الأبواغ).





كل ذلك يتعلّق بالجنس

مثلما أن حياة الإنسان تبدأ باتحاد سائل منوي من الأب وبويضة أنثى من الأم، حيث يسهم كل من الوالدين بمجموعة من الصبغيّات، تتكوّن نبتة جديدة عندما يلتقي الحُبي المنوي الذكري والبويضة الخلوية الأنثى. تحتوي الصبغيّات لدى الكائنات الحية كافة، على الجينات التي تحدّد جميع خاصيّات الكائن الحي. من خلال خلط الصبغيّات- وبالتالي السمات الجينية- من فردين مختلفين، يتكوّن كائن حي جديد يحمل مجموعة مختلفة وربما أفضل من الخاصيّات. الجنس هو ما يؤمّن «المادة الخام» للتطوّر.

الانقسام المنصِّف وأسطورة حبّة الأرزّ على رقعة شطرنج الملك

مفتاح التوالد الجنسي طريقة متطوّرة في الانقسام الخلوي تُدعى الانقسام المنصِّف أو الاختزالي ميوزيس. والانقسام المنصِّف عملية جامعة نجدها لدى الكائنات كافة المتوالدة جنسيًّا، سواء كانت من النبات أو الحيوان. تقوم هذه العملية بخفض عدد الصبغيّات في الأمشجة (الخلايا المولَّدة الذكرية والأنثوية) إلى النصف، إما بشكل مباشر (في الحيوانات) أو غير مباشر (في النباتات مرورًا بالنوابت المشيجية). من دون هذا الانقسام، يتضاعف عدد الصبغيات في كل جيل، مثل حبّة الأرزّ في الحكاية الشعبية الرياضية: منذ زمن بعيد، أدّى رجل حكيم خدمة لملك الديكّان. أصر الملك على مكافأته وبعد بعض التردّد، طلب الرجل المتواضع حبة أرزّ واحدة للمربّع الأول على رقعة شطرنج الملك، وحبّتين للمربّع الثاني في اليوم الثاني، وأربع حبّات للمربّع الثالث، في اليوم الثالث وهلمّ جرًّا. يُضاعف عدد حبّات الأرزّ كل يوم حتى يمتلىء كل مربّع من رقعة الشطرنج. وافق الملك، الذي لم يكن قد سمع سابقًا بالتزايد الأسّي، وكان قراره غير صائب مثلما اكتشف في ما بعد. فقد كان مدينًا للرجل بـ 18 مليون بليون حبة أرزّ، أو بشكل أدقّ 18446744073709551616 (2 أس 64) – كمية من الأرزّ أكبر ممّا يمكن زراعتها على كامل سطح الأرض بما في ذلك البحار السبعة.

هذا ما قد يحصل تمامًا لعدد الصبغيات في الأجيال اللاحقة لولا أن الانقسام المنصِّف لم يسبق كل عمل توالد جنسي: من أجل نجاح التوالد الجنسي، يجب أن تكون الأمشجة (الخلايا المولّدة الذكرية والأنثوية) أحادية الصبغيّات (تحتوي على مجموعة واحدة من الصبغيات الآتية من الأب أو من الأم) بحيث تنتج كائنًا جديدًا ثنائي الصبغيّات، لا يحتوي أكثر من مجموعتين من الصبغيّات.

تناوب الأجيال

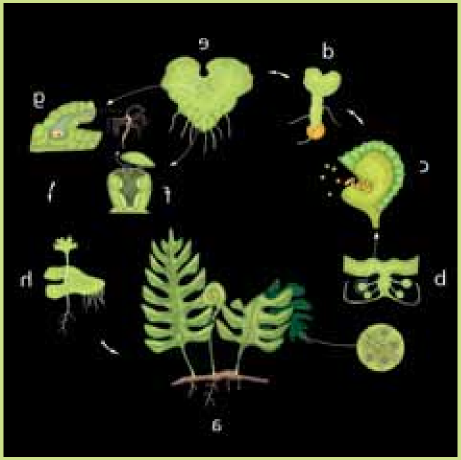
إن بعض النباتات قادر على التكاثر الخضري (من خلال إنتاج أشطاء، على غرار توت الأرض، مثلًا)، الأمر الذي لا يُنتِج نوعًا جديدًا من الأفراد ولكن مجرّد نبتات مستنسخة كلونيس من النبتة الأم، غير أن غالبية النباتات تتوالد جنسيًّا. ومثلما يحدث لدى الإنسان ومعظم الحيوانات، ينبغي أن يلقّح حيي منوي بويضة خلوية لإنتاج الجيل التالي. أما بالنسبة إلى الطحالب الخضراء- كانت إحدى المجموعات منها سليفة النباتات البرّية- فلم يكن التلقيح يومًا مشكلة كبيرة. فقد سمح لها

أسلوب حياتها المائي بإطلاق خلاياها الذكرية في الماء، حيث يمكنها السباحة بحرّيّة لتجد بويضة خلوية، وهي طريقة تلقيح بسيطة وفاعلة ولو أنها مسرفة في الهدر.

يرجح أنها عندما خرجت النباتات من الماء وبدأت باستيطان اليابسة، في نهاية العصر الأردوفيشي أو بداية العصر السيلوري (منذ نحو 445 مليون سنة خلت)، اضطرّت للتكيّف مع الظروف الأكثر جفافًا للحياة في الهواء الطلق. وكان امتلاك خلايا ذكرية متحرّكة تحتاج إلى الماء من أجل السباحة إلى بويضة خلوية لتلقيحها قد شكّل عائقًا حقيقيًّا لكائن يعيش على اليابسة. ولم تجد بعد النباتات البرّية الحالية المنتجة للأبواغ، مثل الحزاز ورجل الذئب وذنب الخيل / الكنباث والسرخس، أي حل لهذه المشكلة. إن متطلّبات مرحلة إنتاج الخلايا المولّدة الذكرية والأنثوية من دورة حياتها تحدّ من نطاق توزيعها. لهذا السبب، نجد عادة أنها تنمو في البيئات الرطبة أو في المناطق حيث تشيع الفترات الرطبة في ظروف جافة عادةً (مثل السراخس الجفافية مثل كيلانشس).

على الرغم من هذا العائق، فإن هذه النباتات المنتجة للأبواغ تمتلك طريقة فاعلة للتّوالد الجنسي تشمل دورة تُعرف بتناوب أو تعاقب الأجيال(2)، وهو أمر لا نجده عند الحيوانات. ويعني تناوب الأجيال أن دورة حياة النباتات تشمل جيلين، جيلاً ثنائي الصبغيات (هناك مجموعتان من الصبغيات، تأتي كل مجموعة منهما من أحد الأبوين) وجيلاً أحادي الصبغيّات (هناك نصف عدد الصبغيات فقط)، لا يمكن أن يعطي كل جيل منهما إلّا الجيل الآخر. وهنا يصبح الاختلاف بين البذور والأبواغ واضحًا جدًّا. تنتش البذور لإنتاج جيل جديد ثنائي الصبغيّات، في حين أن الأبواغ تنتج جيلاً أحادي الصبغيّات. وقد يبدو ذلك معقّدًا لكن إجراء مقارنة بين دورات حياة الأنواع المختلفة من النباتات البرّية يوضّح هذا الاختلاف الأساسي بين البذور والأبواغ بدءًا بالنباتات البرّية الأكثر بداءة، وهو الحزاز.

دورة حياة السرخس- باتجاه حركة عقارب الساعة (أ) نابت بوغي؛ (ب) حافظة الأبواغ على الجانب السفلي من السعفة السرخسية (ورقة السرخس) الخصبة يغطّيها القميص؛ (ج) حافظة أبواغ ناضجة تطلق أبواغًا؛ (د) بوغ منتش؛ (ه) نابت مشيجي ناضج (مُشَيرة) ينتج كلاًّ من المئبريّات (أعضاء جنسية ذكرية) وحاملات البويضات (أعضاء جنسية أنثوية على الجانب السفلي؛ (و) مئبريّة ناضجة تطلق حييات متحرّكة تسبح إلى أقرب حاملة بويضات؛ (ز) حاملة بويضات تحتوي على بويضة واحدة؛ (ح) نابت بوغي صغير يخرج من الجانب السفلي للمُشَيرة.



دورة حياة الحزاز

تنتج أبواغ الحزاز الجيل الأحادي الصبغيّات: نباتات الحزاز الصغيرة المألوفة. وعندما تبلغ مرحلة النضج تنتج كلاًّ من الأعضاء الذكرية (المئبريّات) التي تطلق الخلايا الذكرية المتحرّكة والأعضاء الأنثوية (حاملات البويضات) التي تحتوي على البويضات. وتُعرف الخلايا الذكرية والبويضات بعامة بالأمشجة، لذا تُعرف أيضًا نبتة الحزاز الصغيرة التي تنتجها بالجيل المشيجي أو النبات المشيجي.

سباحة رومنسية

في وجود الماء (مطرأو ندى أو رذاذ من نهر أو شلال)، تُطلق الخلايا الذكرية من المئبريّات وتسبح إلى البويضات التي تنتظرها في حاملات البويضات إما في النبتة نفسها أو في نبتة مجاورة. على غرار النوابت المشيجية التي أنتجتهما، تكون الخلية الذكرية والبويضة أحاديّتي الصبغيّات ولا تحتويان إلا على مجموعة واحدة من الصبغيّات. بعد التلقيح تحتوي البويضة على مجموعتين من

الصبغيّات (أي إنها تصبح ثنائية الصبغيّات) وتُعرف باللاقحة زيغوت. تبقى اللاقِحة على النبتة الأم، ما يوفّر لها الماء والمغذّيات، وتنتج مع تناميها جنين حزاز بالغ الصغر. ينمو هذا الجنين إلى جرو الحزاز المألوف الذي يمثّل الجيل الثنائي الصبغيّات في دورة حياة الحزاز. ونظرًا إلى أن أبواغًا جديدة أحادية الصبغيات تُنتَج داخل جرو الحزاز، فإن هذا الجيل يُعرف أيضًا بالجيل البوغي أو ببساطة بالنابت البوغي. عندما ينضج الجرو، ينفتح من الأعلى ويطلق الأبواغ التي تحملها الريح بعيدًا أو تجرفها المياه. في موقع مناسب لها، تنمو الأبواغ لتعطي نبتة حزاز جديدة (مشيج بوغي) وتبدأ الدورة التوالدية من جديد.

دورة حياة السرخس

بالمبدأ على الأقل، يملك السرخس الحياة الجنسية نفسها التي نجدها عند الحزاز. في المكان المناسب وبوجود كمية كافية من الرطوبة، ينتج بوغ السرخس الجيل المشيجي. غير أن النابت المشيجي عند السرخس لا يبدو كسرخس على الإطلاق. فهو فصّ أخضر مسطّح صغير شديد الشبه بالنابت المشيجي الذي نجده في بعض الكبديّات. تنتج عادةً هذه النبتة الصغيرة الأحادية الصبغيّات، التي تُعرف أيضًا بالمُشَيرة بروثاليوم/ بروثالوس، أعضاءها الجنسية (المئبريّات وحافظات الأبواغ) على القفا للحؤول دون أن تجف وتيبس. وعلى الرغم من أن التلقيح عند السراخس يتبع النمط نفسه الذي نجده في الحزاز، فإن ما يحدث بعد ذلك يجعل الحزاز يخجل من نفسه: لا تنتج لاقحة السرخس جروًا صغيرًا بسيطًا فقط على ساق يحتاج إلى دعم النبتة الأم. فهو يتطوّر بدلاً من ذَلك إلى نبتة مدهشة مستقلّة كليًّا غالبًا ما تكون جميلة جدًّا ويمكنها أن تنمو لعدّة سنوات، فتصبح أحيانًا بحجم شجرة. ويعني هذا أنه في دورة حياة السرخس، يبقى الجيل المشيجي قليل النمو نسبيًّا في حين أن الجيل البوغي ينمو بقوّة(3). وهكذا تكون كل نبتة سرخس نراها نابتًا بوغيًّا. وغالبًا ما نجد صفوفًا منتظمة من البقع البنية الصغيرة القليلة النتوء على قفا السعف السرخسية (أوراق السرخس). هذه البقع البنية، التي تُعرف بالضّامّات هي مجموعات من حافظات الأبواغ تغطّيها مظلة واقية تُدعى القميص. على غرار أبواغ الحزاز، فإن أبواغ السرخس بالغة الصغر وتطفو بسهولة في الهواء، فتجتاز أحيانًا أميالاً عدّة على جناح نسمة خفيفة.

ما الذي يمتلكه النابت البوغي ولا يمتلكه النابت المشيجي؟

إن لدورة الحياة التي تسهّل نمو النابت البوغي أفضلية تطوّرية واضحة تكمن في وراثيات النبتة: النابت البوغي ثنائي الصبغيّات ويحمل بالتالي نسختين من كل جينة. ما يعني أنه في حال تعطّل عمل إحدى الجينات بسبب طفرة، فإن النبتة تملك نسخة ثانية من الجينة نفسها، تعمل كبديل وتعوّض الضرر. وهكذا يقل احتمال أن يكون للطفرات الجينية تأثير سلبي على حيوية النابت البوغي مقارنة بحيوية النابت المشيجي. أضف إلى أن نسختين مختلفتين قليلاً من الجينة نفسها تسمحان للنابت البوغي بالاستجابة بمزيد من المرونة للتغيّرات في البيئة، ما يؤدّي إلى حالة أفضل مما نجده في النابت المشيجي.

أمبيلوبتريس بروليفيرا (سرخسيّات مستنقعية) – سرخس؛ موطنه الأصلي المناطق الاستوائية من العالم القديم– نابت بوغي يانع يخرج من قفا المُشَيرة الخضراء الداكنة الشبيهة بالكبدية.



عندما يكون الذكر بالغ الصغر والأنثى بالغة الكبر

إن غالبية أنواع الحزاز أحادية المسكن، أي إنها تحمل مئبريّات وحافظات أبواغ على النابت المشيجي نفسه، وبعضها ثنائي المسكن، أي أنه ينتج الحييات والبويضات على نوابت مختلفة. يفضّل معظم أنواع السرخس الشكل الأول. وحدها مجموعة صغيرة جدًّا من السرخس، وهي السراخس المائية التي ينتمي إليها نفل الماء (مارسيليا، رِغنلّيديوم) والحشيشة المحبّبة (بيلّولاريا) وسرخس عدس الماء (أزولّا) والسرخس الطافي (سالفينيا)، تنتج نوابت مشيجية ذكرية وأنثوية.. وبالتالي يجب على النابت البوغي في هذه السراخس أن ينتج نوعين من الأبواغ: ذكرية وأنثوية. بغض النظر عن جنسها، فإن الأبواغ الذكرية والأنثوية تختلف أيضًا بالحجم، وهي حالة تُدعى تباين الأبواغ. ونظرًا إلى هذا التباين في الحجم، فإن الأبواغ الذكرية تدعى بُويغات أو أبواغًا صغيرة والأبواغ الأنثوية أبواغًا كبيرة. تعطي الأبواغ الصغيرة نوابت مشيجية صغيرة ذكرية وتعطي الأبواغ الكبيرة نوابت مشيجية كبيرة أنثوية. والحاويات التي يُنتَج فيها هذان النوعان من الأبواغ على النابت البوغي هي حاملات البويغات وحافظات الأبواغ الكبيرة. وتُعرَف أوراق النابت البوغي التي تحمل حاملات البويغات وحافظات الأبواغ الكبيرة هذه بأوراق الأبواغ الصغيرة وأوراق الأبواغ الكبيرة على التوالي. قد يخيفكم هذا السيل من المفردات التقنية لكنّه يسهّل المقارنة بين مختلف دورات حياة النباتات. يكفي في الوقت الحاضر أن نتذكّر أن الصغير (ميكرو) يشير إلى الذكر والكبير (ميغا) يشير إلى الأنثى.

في السرخسيات المائية الحالية، يمثّل التباين البوغي على نحو شبه مؤكّد تكيّفًا على أسلوب الحياة المائي الذي ارتدّت إليه. غير أنه كان الحالة المفضّلة لدى سليفات نباتاتنا البذرية. والواقع أن التباين البوغي، ومثلما سيتوضّح قريبًا، قد أدّى دورًا مهمًّا في تطوّر البذور.

كيف تطوّرت البذور

ظهرت النباتات البذرية الأولى منذ نحو 360 مليون سنة خلت، قرابة نهاية العصر الديفوني. وقد جمعت هذه النباتات البذرية الأولى بين البذور وأوراق شبيهة بالسرخس وكان يُعتقد أنها نباتات انتقالية بين السرخس والنباتات البذرية الحديثة، ما أكسبها اسمها: السرخسيّات البذرية. لكننا نعرف اليوم أن السرخسيّات لم تكن السليفات المباشرة للنباتات البذرية بل يعود هذا الدور إلى فرع جانبي منقرض غير معروف تمامًا من النباتات المتباينة الأبواغ الشبيهة بالسرخس. تبقى الأحداث والمراحل الانتقالية الدقيقة التي أدّت من السليفات المتباينة الأبواغ الشبيهة بالسرخس إلى النباتات البذرية الأولى غير مؤكّدة. ولكن ما هو مؤكّد هو أن الخطوتين الحاسمتين باتجاه عادة إنتاج البذور كانتا تطوّر البويضة/ البُذيرة وحبّة اللقاح.







في الأعلى: أزولا فيليكولويدس (أزوليّات)- سرخس عدس الماء؛ نجده في المناطق الاستوائية والحارّة كافة.
في الوسط: نوع سَلفينيا (سَلْوينيّات)- سرخس طاف؛ نجده في المناطق الاستوائية والحارّة كافة- تغطي سطح الورقة الأعلى طبقة كثيفة من الشعور الطاردة للماء ما يجعل الأوراق غير قابلة للتبلّل. وتتألّف الشعور من عُنيق، ينقسم أربعة فروع تعود للاتحاد في الأعلى لتشكيل شرك هوائي شبيه بالقفص.
في الأسفل: مارسيليا كوادريفوليا (مرسيليّات)- نفل ماء أوروبي؛ موطنه الأصلي أوراسيا- تتألّف أوراق هذا السرخس المائي من أربعة فصوص تشبه النفل.

من حافظات الأبواغ الكبيرة إلى البويضات

اتسم الانتقال من النباتات الحاملة للأبواغ الشبيهة بالسرخس بتغيّرات كبيرة في حافظة الأبواغ الكبيرة وفي النابت المشيجي الكبير. بخلاف سليفاتها المتباينة الأبواغ الشبيهة بالسرخس، التي كانت تنشر أبواغها بحرّية في الريح والماء، حجزت النباتات البذرية أبواغها الكبيرة داخل حافظات أبواغ كبيرة. وبقيت حافظات الأبواغ معلّقة بالنابت البوغي وأنتجت كل حافظة بوغًا كبيرًا واحدًا أحادي الصبغيّات قابل للحياة. ومن هذا البوغ الكبير الوحيد، تطوّر النابت المشيجي الأنثى داخل جدران حافظة الأبواغ الكبيرة. والتغيير التطوّري الآخر الشديد الأهمية هو أن النابت البوغي في النباتات البذرية غطّى حافظة الأبواغ الكبيرة بطبقة واقية، تُدعى الغشاء أو الإهاب. ومن المحتمل أن يكون الغشاء تطوّر من اتحاد الفروع البدائية «تيلومز» التي تحيط بحافظة الأبواغ الكبيرة وتشكّل غلاف البذرة الناضجة. من خلال إبقاء النابت المشيجي الكبير على النبتة الأم وتغذيته، وإضافة غشاء واقٍ، تطوّرت حافظة الأبواغ الكبيرة إلى عضو جديد محسَّن، وهو البويضة. وعلى الرغم من صغرها البالغ وبقائها داخل حافظة الأبواغ الكبيرة (التي تُسمّى اليوم الجُويزة، نوسِلّوس)، استمرّ النابت المشيجي الكبير بإنتاج بويضات من خلية واحدة في حاملات البويضات، وقد احتاجت هذه البويضات إلى التلقيح. ولكن نظرًا إلى نمو النابت المشيجي الكبير على النابت البوغي داخل الجُويزة بدلاً من أن ينمو بحرًا على الأرض، أصبح نقل الخلايا الذكرية أكثر صعوبة. وقد حُلّت هذه المشكلة بنشوء اللقاح.

من الأبواغ الصغيرة إلى حبّات اللقاح

نظرًا إلى أن حافظة الأبواغ الكبيرة بقيت متعلّقة بالنابت البوغي وأن النابت المشيجي الكبير نما داخل البويضة، فقد كان من الضروري أن يحدث التلقيح في النباتات البذرية مباشرة على النابت البوغي وأن تتكيّف الأبواغ الصغيرة في النباتات البذرية الأولى مع الظروف الجديدة. وعندما أصبحت النوابت المشيجية الكبيرة في الهواء وهي لا تزال متّصلة بالنابت البوغي، أصبح انعدام الماء عاملاً مقيّدًا للتلقيح. فكان من الضروري اللجوء إلى طريقة نقل جديدة لا تعتمد على الماء من أجل السماح للخلية الذكرية ببلوغ الخلية الأنثى.

جاء الحلّ بنشوء اللقاح. وحبوب اللقاح مجرّد أبواغ بالغة الصغر قادرة على الإنتاش على حافظة الأبواغ الكبيرة أو قربها لإنتاج نابت مشيجي صغير جدًّا وبسيط جدًّا. تُدعى حافظات الأبواغ الصغيرة المنتجة للقاح في النباتات البذرية بأكياس اللقاح. تنشأ حبوب اللقاح من نسيج خصب ثنائي الصبغيّات داخل كيس اللقاح يُعرف بالخليّة البوغية/ البوغ الأرشيجوني في مرحلة مبكرة في نمو كيس اللقاح، تتحوّل الخلايا الثنائية الصبغيّات في البوغ الأرشيجوني إلى خلايا أم بوغية صغيرة (أو خلايا لقاح أم). تشهد كل خلية لقاح أم انقسامًا منصّفًا «ميوزيز» وتنتج أربعة أبواغ صغيرة أحادية الصبغيّات، أي أربعة حبوب لقاح. وقت التلقيح، تنفتح أكياس اللقاح وتطلق حبوب اللقاح في البيئة المحيطة.







في الأعلى: باسيفلورا، ضرب« لايدي مرغريت» (آلاميّات)- زهرة الآلام »لايدي مرغريت»- بويضات غير ناضجة يحيط بجُويزاتها (حمراء زاهية) الغشاءان الخارجي والداخلي المتناميان، اللذانِ يشكّلان في هذه المرحلة المبكرة جدًّا طوقين عند القاعدة بدلاً من غلاف كامل؛ يبلغ قطر كل بويضة 0.1 مم.
في الوسط: باسيفلورا سيروليا (آلاميّات)- زهرة الآلام الزرقاء؛ موطنها الأصلي أميركا الجنوبية – مقطع عرضي للمبيض مع بويضات ناضجة؛ يبلغ قطر المقطع العرضي: 3–4 مم.
في الأسفل: باسيفلورا، ضرب« لايدي مرغريت» (آلاميّات)- زهرة الآلام »لايدي مرغريت»- زهرة آلام زينيّة مزروعة في حدائق كيو.

التلقيح البدائي

تعود أولى النباتات البذرية المعروفة- مثل مورِسنيتيا زالِسكي (أُعطيت هذا الاسم نسبة إلى مدينة مورسنيت في بلجيكا) والكينسيا بوليمورفا (نسبة إلى إلكنز، وهي بلدة صغيرة في فرجينيا الغربية بالولايات المتحدة)- إلى العصر الديفوني (417-354 مليون سنة خلت) وكانت تتبع طريقة فريدة في التلقيح وتمتلك بويضات غريبة المظهر.

تألفت سابقة اللقاح البدائية في هذه النباتات من أبواغ صغيرة متطوّرة بشكل طفيف ومنتشرة بوساطة الريح، غايتها النزول إلى الأرض والإنتاش على البويضات حيث أطلقت بشكل شبه مؤكّد خلايا ذكرية متحرّكة. وكانت بويضات هذه النباتات البذرية بدائية جدًّا أيضًا. في سابقات البويضات هذه، التي بلغ قطرها نحو 1-2 مم وطولها 3-7 مم، لم يكن الغشاء يشكّل بعد غلافًا كاملاً حول حافظة الأبواغ الكبيرة (= الجُويزة) بل كان مؤلفًا من عدّة فصوص منفصلة منبسطة تحيط بالجويزة مثل كأس، ما يترك قمّتها ظاهرة. عند قمّتها المكشوفة حملت جويزة سابقات البويضات فتحة قمعية الشكل (لاجِنوستوم). وكانت وظيفة هذه الفتحة جمع اللقاح من الهواء. وبعضهم يعتقد أن حبوب اللقاح كانت تنزل في القمع ثم تُنقل مباشرة إلى غرفة لقاح في الأسفل. لكن الاحتمال الأكبر هو أن غرفة اللقاح والفتحتين القمعيّتين كانتا مليئتين بسائل وكان اللقاح يُلتقط عبر قطرة تلقيح بوساطة جسم هلالي الشكل مقوّس فوق الفتحة القمعية. وكان يُعاد امتصاص قطرة التلقيح ويُسحب اللقاح الذي تم التقاطه إلى غرفة اللقاح فوق المنطقة حيث ينتج النابت المشيجي الكبير حاملات البويضات. في القعر، يرتفع العمود المركزي، ويكون نتوءًا مكوّنًا من النسيج الجُويزي. وبعد مرور كمية كافية من اللقاح عبر الفتحة القمعية أو بعد إعادة امتصاص قطرة اللقاح، كانت غرفة اللقاح تُختم بطريقة لافتة لحمايتها من البيئة الخارجية. أنشأ النابت المشيجي الكبير «سارية» ثقبت جدار حافظة الأبواغ الكبيرة الذي يغطّي أرض غرفة اللقاح، ودفع بالعمود المركزي إلى أعلى لسد الفتحة القمعية. هكذا تصبح سابقات حبوب اللقاح على تماس بالنابت المشيجي وحافظات البويضات فيه فتنتش من أجل إطلاق أمشجة ذكرية متحرّكة شبيهة جدًّا بالأمشجة الذكرية التي أنتجتها سليفاتها الشبيهة بالسرخس. وقد أنتجت البويضة السائل المائي القوام الذي سبحت فيه الخلايا الذكرية في غرفة اللقاح (هو من المرجح بقايا قطرة التلقيح أو نوع معيّن من الإفرازات المشابهة).





ارتحال الخلايا الذكرية عبر الأنبوب

ليس واضحًا ما كان شكل النوابت المشيجية الصغيرة في النباتات البذرية الأولى. في العصر الكربوني الأعلى على أقصى تقدير (نحو 300 مليون سنة خلت)، كان معروفًا أن حبوب اللقاح في النباتات البذرية أنتشت بنوامٍ أسطوانية، هي أنابيب اللقاح. تشكّلت أنابيب اللقاح في الأصل كماصّات نسغ (هوستوريا) نمت إلى داخل نسيج الجُويزة لامتصاص المغذّيات التي تدعم نمو النابت

المشيجي الصغير. هذه الحالة لا تزال هي الطاغية في السيكاسيّات الحالية (مجموعة من النباتات البذرية القديمة تشبه سطحيًّا النخليّات) والجنكة. تنمو نوابتها المشيجية الذكرية لتشكيل أنابيب لقاح ماصّة للنسغ، التي تنمو بدورها على مدى عدّة أشهر وتنفذ إلى داخل الجُويزة. في السيكاسيّات والجنكة، لا تزال الأمشجة الذكرية متحرّكة وتُطلق خليّتين ذكريّتين سابحتين كبيرتين إلى داخل غرفة اللقاح ومنها تشقّان طريقهما إلى حاملات البويضات، حيث الخلايا الأنثى (البويضات). تستخدم النوابت المشيجية الصغيرة في الصنوبريّات وغيرها من النباتات البذرية الطاقة المخزونة في حبّة اللقاح لكي تنمو. لكن خلاياها الذكرية تفتقر إلى زوائد سوطية / سياط وهي بالتالي غير قادرة على الحركة، لذا فإنها تُنقل نزولاً في أنبوب اللقاح إلى البويضة مباشرةً، بمعزل عن الماء.

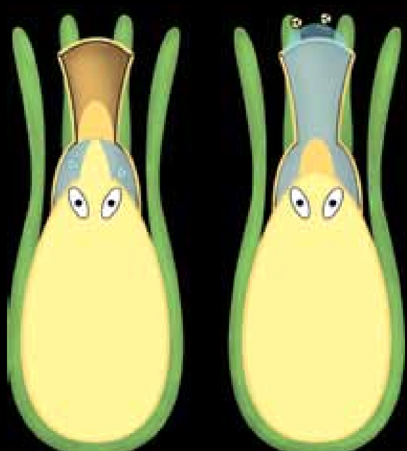
البُويب- مدخل البويضة

اختبرت أيضًا بويضات النباتات البذرية تغيّرات مهمة خلال تطوّرها. فما بين أواخر العصر الديفوني وأوائل العصر الكربوني، بدأ غشاء بعض النباتات البذرية بتشكيل طبقة واحدة متماسكة تغلّف الجُويزة بكاملها. ومن أجل السماح للقاح بالوصول باستمرار إلى الفتحة القمعية، كان من الضروري أن يحمل الغشاء فتحة في القمّة، تُعرف بالبُويب (ميكروبيل). ومع أن النباتات البذرية الحالية قد فقدت الفتحة القمعية منذ وقت بعيد، فإن البويب لا يزال سمة متميّزة لبويضاتها ويبقى المدخل الذي يوصل إلى البويضات. لا تزال هناك غرفة لقاح تحت بُويب السيكاسيّات الحالية والجنكة والإيفيدرا وعدد كبير من الصنوبريّات، حيث تنضح بسائل دبق يُعرف بقطرة التلقيح. تلتقط قطرة التلقيح هذه اللقاح من الهواء المحيط. وعند إعادة امتصاص قطرة التلقيح، تسحب القطرة حبوب اللقاح الملتقطة معها عبر البُويب إلى غرفة اللقاح حيث تنتش وتطلق في النهاية الأمشجة الذكرية من أنابيب اللقاح.

الذهاب بجرأة إلى حيث لم يذهب أي نبات من قبل

كان تطوّر اللقاح والبويضة الخطوة الأساسية إلى الأمام في تطوّر النباتات البرّية. ولقد حقّق ذلك استقلال هذه النباتات عن الماء لتأمين التوالد الجنسي، وهو ما أعطاها أفضلية هائلة على بقية النباتات الأخرى التي كانت موجودة حتى ذلك الحين. في النباتات البذرية، تنمو البويضة الملقَّحة لتصبح نابتًا بوغيًّا جديدًا في أمان البويضة. وبخلاف السرخس، حيث من الضروري على اللاقحة أن تنمو فورًا إلى نابت بوغي جديد، فغالبًا ما يرتاح جنين النباتات البذرية بعد بلوغه حجمًا معيّنًا لبعض الوقت داخل البويضة حتى تتحسّن ظروف الإنتاش. تمنح النبتة الأم هذا الجنين غير الناشط مؤقّتًا مخزونًا غذائيًّا ويحميه الغشاء (الذي يُعرف بغلاف البذرة) من الجفاف والضرر. وبوصول البذرة أصبحت النباتات مستعدّة للذهاب بجرأة إلى حيث لم يذهب أي نبات من قبل، وهو ما جعلها تنتشر في كل أنحاء الأرض تقريبًا، من القطبين إلى الاستواء، حيثما الحياة النباتية ممكنة.

في أعلى الصفحة المقابلة: أركيوسبرما أرنولدي، سرخس بذري (بتريدوسبرم) من العصر الديفوني المتأخّر- إعادة تشكيل فرع حامل للبذور يُظهر زوجين من البذور تحيط بهما أقماع.
في أسفل الصفحة المقابلة: فيتزرويا كوبريسويدس (سرويّات)- سرو باتاغونيا؛ موطنه الأصلي تشيلي والأرجنتين- كوز / مخروط أنثى صغير يحمل بويضات غير ناضجة تُظهر قطرة تلقيح عند البويب.
أدناه: تلقيح بدائي- رسم يوضّح إحدى النظريّات التي تفسّر كيفية تلقيح النباتات البذرية الأولى: كانت سابقات البويضات (المبيَّنة في مقطع طولي) محوطة بغشاء يتألّف من عدّة فصوص منفصلة منبسطة. وكان للجُويزة فتحة قمعية الشكل عند قمّتها. وكان يتم التقاط اللقاح من المرجح عبر قطرة تلقيح يتقوّس جسمها نصف الدائري فوق الفتحة القمعية. ثم كان يُعاد امتصاص قطرة التلقيح ويُسحب اللقاح الملتقَط إلى غرفة اللقاح، التي كانت تُختم بعد ذلك بنتوء مكوَّن من النسيج الجُويزي. داخل غرفة اللقاح المسدودة قرب النابت المشيجي الكبير، كانت سابقات حبوب اللقاح تنتش وتطلق بحسبما يُعتقد خلايا ذكرية متحرّكة.



تغيّر مناخي وجنس آمن ونشوء النباتات البذرية

يمكن مقارنة أهمية نشوءِ البذرة لدى النباتات بالبيض المغلف بقشرة عند الزواحف. ومثلما حرّرت البذرة النباتات من اعتمادها على المَواطن الرطبة، سمحت البيضة للزواحف بأن تصبح فقاريّات برّية بالكامل. من هذه الجهة، يمكن القول إن الحزاز والسرخس أكثر شبهًا بالبرمائيّات، إذ إنها تعتمد على الماء للتلقيح على الرغم من حياتها على اليابسة. وعلى غرار الابتكارات الجديدة الجذرية كافة، فإن النباتات البذرية احتاجت إلى بعض الوقت لتسود الحياة النباتية على الأرض. كانت أولى هذه النباتات كائنات متواضعة، أشجارًا صغيرة على أبعد تقدير، أنتجت بذورًا على أطراف الفروع وليس في بنى متخصّصة مثل أكواز الصنوبريّات والسيكاسيّات الأكثر تطوّرًا. وفي الفترة الزمنية التي تلت العصر الديفوني (417–354 مليون سنة خلت) والعصر الكربوني (354–290 مليون سنة خلت)، كانت النباتات العملاقة الحاملة للأبواغ لا تزال تطغى على النباتات البذرية المعاصرة لها.

في الدهر القديم (باليوزويك)، في العصرين الديفوني والكربوني الجيولوجيين، كان مناخ الأرض بشكل عام أكثر دفئًا ورطوبةً مما هو عليه اليوم، ما جعله مثاليًّا للنباتات المنتجة للأبواغ المعتمدة على الماء في توالدها الجنسي، وما سمح لها بالنمو إلى أحجام عملاقة. وخلال العصر الكربوني، غطّت الأرض غابات عملاقة نمت بقوّة في المستنقعات الشاسعة التي شغلت أجزاء كبيرة من سطح الأرض. ولقد تضمنت غابات المستنقعات هذه نباتات متباينة الأبواغ شبيهة بالأشجار مثل رِجل الذئب وذنب الخيل والسراخس الشجرية وغيرها من النباتات المنقرضة اليوم. ويمكن اعتبار أن النباتات الأكثر بروزًا وروعة في هذا الغطاء النباتي المنقرض منذ زمن بعيد هي الأشجار الحرشفية العالية (يمكن أن يصل طولها إلى 35 م)، مثل ليبيدودَندرون (من اليونانية لِبيس = حرشف + دَندرون = شجرة) وأشجار الختمية، مثل سيجيلاريا (من اللاتينيّة سيجيلوم = ختم)، وهي نسيبات عملاقة لنباتات رِجل الذئب والمُتسانيّات الحالية سيطرت على الأراضي السبخية في عصور ما قبل التاريخ. وقد أمّنت هذه الأشجار المتباينة الأبواغ الشبيهة بالأشجار القسم الأكبر من المادة العضوية التي تحوّلت في ما بعد إلى فحم.

في العصر البرمي (248–290 مليون سنة خلت)، اتحدت غالبية القارات لتشكيل قارة كبرى تُعرف بالبنجيا. أطلق تشكُّل هذه الكتلة البرّية الضخمة انخفاضًا عالميًّا في درجات الحرارة، ما خلق بيئة جافة أكثر تطرّفًا، ولا سيّما داخل قارة بنجيا. وبهذا تغيّرت الأنظمة البيئية على نحو دراماتيكي. واختفى القسم الأكبر من مستنقعات الفحم وكذلك 70 % من فقاريّات اليابسة و85 % من الأنواع الحية في المحيطات، في أكبر موجة كارثية من الانقراض الجماعي في تاريخ الأرض. وحانت عندئذ ساعة النباتات البذرية. فالظروف المناخية الجديدة كانت غير مثالية على الإطلاق للنباتات المنتجة للأبواغ. لكنّ البذور قدّمت طريقة أكثر أمانًا للتوالد الجنسي غير معتمدة على الماء– ميزة هائلة في البيئة الأكثر جفافًا سادت العصر البرمي.

خلال العصر الكربوني المتأخّر والعصر البرمي الذي تلاه، أصبحت النباتات البذرية أشجارًا كبيرة وسرعان ما حلّت محل النباتات اللازهرية المعاصرة لها من جميع المَواطن تقريبًا. واليوم، ينتمي 95 % من النباتات البرّية كافة إلى النباتات البذرية. لقد كانت البذور اختراعًا أكثر من ممتاز: لم تستطع النماذج الآيلة إلى الزوال مثل الأشجار الحرشفية والأشجار الختمية أن تنافسها.

المنافسة لا تتوقّف أبدًا

في المبدأ، يتّبع التطوّر قواعد العمل: لا يستمر النجاح إلاّ بالابتكار المستمر الذي يخلق منتجات أفضل بمزيد

من الفاعلية. في سياق التطوّر أطلق ظهور اللقاح والبذور تكيّفات إضافية باتجاه طرق أكثر نجاحًا للتوالد الجنسي لدى النباتات البذرية. وفي حين أن أبواغ سليفات النباتات البذرية- وسليفات الحزاز وذنب الخيل ورِجل الذئب والسرخس- قادرة على إيجاد مكان مناسب للإنتاش حيثما توافر ما يكفي من الرطوبة، فإن النباتات البذرية تحتاج إلى إيداع لقاحها بشكل أدقّ. ولا يمكن فهم عدد من التغيرات في هندسة الأعضاء التناسلية لدى النباتات البذرية إلاّ كتكيّفات لتحسين إطلاق اللقاح ونقله واستقباله.

بذور عارية

كانت بويضات النباتات البذرية الأولى تُحمل «عارية» على فروع أو على طول حوافي الأوراق (أوراق بوغية)، ما يفسّر تسميتها بعاريات البذور. ويمكننا أن نشاهد اليوم هذا الانتظام البدائي للبويضات في نخل الدقيق (ساغو بالم)، وهي شجرة تنتمي إلى الجنس الأكثر بداءة من السيكاسيات الحيّة الحالية والمعروف بسيكاس. في النبتات الأنثى، تتناوب أوراق بوغية حاملة للبويضات منظمة في دوائر أو عناقيد مع أوراق عادية عند قمة النبتة، وهذا سلوك توالدي قديم الطراز على نحو مثير للدهشة.

الأعضاء الحاملة للبذور في عاريات البذور

قام بعض السرخسيات البذرية الأولى (ومنها الكينسيا و مورِسنيتيا) بحماية بويضاته بإحاطتها جزئيًا ببنى غير ملتصقة بالبويضات شبيهة بالكأس، تُدعى الأقماع (كوبولا) . كانت هذه الأقماع بطول 10 مم وعرض 7–10مم تقريبًا، مفصّصة بصورة عميقة وتحتوي على بويضة واحدة إلى أربع بويضات. إلى جانب وظيفتها الوقائية، فمن المرجح أنها ساعدت فصوصها الممتدة على التقاط اللقاح عبر إثارة تيّار دائري في الهواء المتحرّك.

في طريقة أخرى لحماية البويضات واللقاح على السواء، انتظمت الأوراق البوغية في أكواز / مخاريط. بغض النظر عن نباتات الجنس سيكاس ، تجمّع كل السيكاسيّات الأخرى (وعلى نحو مستغرب، نباتات سيكاس الذكرية كافة)، وكذلك الصنوبريّات، أوراقها المنتجة للقاح (الأوراق البوغية الصغيرة) والأوراق المنتجة للبويضات (الأوراق البوغية الكبيرة) معًا، لكنها تكون منفصلة بحسب الجنس، في أكواز لقاح ذكرية وأكواز بذور أنثى. إن هذا الانتظام المتراص من الأوراق البوغية القاسية على فروع جانبية متخصّصة يقدّم حماية أفضل لبويضاتها ولقاحاتها الثمينة ضد الحيوانات التي تأكلها مثل الخنافس. ولكن عندما يحين وقت التلقيح، تبقى البويضات معرّضة للبيئة من أجل التقاط اللقاح الضروري للتلقيح. وبالتالي فإن الصنوبريّات والسيكاسيّات لا تزال تُحسب من عاريات البذور. مظهر السيكاسيّات القديم مثير للدهشة لكنه ليس مفاجئًا إذا ما اعتبرنا عمر هذه المجموعة التطوّري. نجد أحافير السيكاسيّات، ومنها نباتات من جنس سيكاس ذي المظهر الأكثر قدمًا، في ترسّبات تعود إلى أوائل العصر البرمي (248–290 مليون سنة خلت). وخلال قسم كبير من الدهر الوسيط (الذي يلي العصر البرمي ويمتد على الترياسي والجوراسي والطباشيري)، كانت السيكاسيّات وافرة وشديدة التنوّع بحيث إنه غالبًا ما يُشار إلى هذه الفترة الزمنية على أنها «عصر السيكاسيّات والديناصورات». ومنذ ذلك الحين فصاعدًا تقهقرت السيكاسيّات وما تبقّى منها اليوم ليس سوى جزء صغير من ذلك التنوّع الكبير الذي شهدته في الدهر الوسيط. تبقى اليوم كأحافير حيّة، لم يطلها أي تغيير يُذكر لأكثر من 200 مليون سنة، ولا تضم سوى 290 نوعًا تقريبًا. وكانت الصنوبريّات قد ظهرت قبل السيكاسيات ببضعة ملايين السنين، ويُرجّح أنها ظهرت في أواخر العصر الكربوني.

وخلال العصر البرمي والدهر الوسيط، سيطرت الصنوبريّات على عدد كبير من الأنظمة البيئية الحرجية من المناخ الاستوائي إلى المناخ القطبي الشمالي. ولأسباب سنكشفها لاحقًا، تعرّضت الصنوبريّات لتقهقر شبيه بما حصل للسيكاسيّات ولم يتبقَّ منها اليوم أكثر من 630 نوعًا حيًّا.

أكبر الأكواز في العالم

في السيكاسيّات الحالية، تحمل كل ورقة بوغية أنثى بويضتين قرب قاعدتها. والاستثناء الوحيد لهذه القاعدة هو الجنس سيكاس، الذي تحمل أوراقه البوغية الكبيرة البدائية الشبيهة بالأوراق العادية من أربع بويضات إلى عشر، وفقًا للنوع. ويمكن أن تكون أكواز / مخاريط السيكاسيّات، ولا سيّما الأكواز الأنثى، كبيرة وثقيلة جدًّا، مثلما يظهر بشكل لافت للنظر في النباتين اللذين يشكلان الجنس لِبيدوزاميا (زاميّات) من شرق أستراليا. ويمكن أن يصل علو لبيدوزامية هوب (سيكاسيّة هوب) إلى 29 م، وهي أطول سيكاسية في العالم. وعلى غرار السيكاسيّات الأخرى كافة، هي ثنائية المسكن، أي إنها تنتج أكواز اللقاح وأكواز البذور على نبتات مختلفة. يحتمل أن يصل طول أكواز اللقاح في هذه الشجرة إلى 70 سم وطول أكواز البذور إلى 80 سم، ويبلغ وزنها ما يصل إلى 45 كغ. وربما نجد أكبر أكواز البذور (طول 90 سم) في جميع السيكاسيات وأثقلها وزنًا (أكثر من 45 كغ) في نسيبة سيكاسية هوب، لِبيدوزاميا بِروفسكيانا، التي تُعرف أيضًا بالزامية الأناناسية. ومقارنةً بالسيكاسيّات، يُعدّ أطول كوز بذور في الصنوبريّات صغيرًا نسبيًّا، إذ يتراوح ما بين 25 و50 سم؛ وينتمي هذا الكوز إلى صنوبر لامبرت الشمال أميركي (بينوس لامبرتيانا، صنوبريّات). أما أكواز بذور صنوبر كولتر (بينوس كولتيري) من كاليفورنيا، فهي أقل طولاً لكنها أكبر كتلةً، إذ يمكن أن يصل طولها إلى 35 سم ووزنها إلى أكثر من 4 كغ — وهي خطيرة جدًّا عندما تسقط من الشجرة.

لغز كوز البذور الأنثى

تكون عادة أكواز اللقاح في الصنوبريّات صغيرة نسبيًّا، طرية إلى حد ما وقصيرة الحياة. أما الأكواز الأنثى فأكبر وأقسى بسبب حراشفها الخشبية، ويمكنها أن تبقى على الشجرة لعدّة سنوات بعد التلقيح. والأكواز البذرية الأنثى- مثلما يمكن أن نتوقّع- أكثر تعقيدًا قليلاً من الأكواز الذكرية. فعلى غرار الكوز الذكري في السيكاسيّات ، يتألّف الكوز الذكري في الصنوبريّات من مجرّد فرع قصير يحمل أوراقًا بوغية صغيرة تحمل بدورها على قفاها عددًا كبيرًا من أكياس اللقاح، كما في السيكاسيات، أو كيسين فقط منها، كما في الصنوبريّات. يُعدّ كل حرشف من كوز بذري أنثى فرعًا جانبيًّا مصغّرًا. وقد يبدو ذلك معقّدًا، والحقيقة هي أن تفسير الكوز الأنثى في الصنوبريّات كان (ولا يزال بالنسبة إلى بعضهم) موضع الكثير من الجدل بين علماء النبات. ففي النهاية، يحمل كل حرشف من كوز البذور في الصنوبريّات بويضتين، تمامًا مثل حرشف الكوز الأنثى في السيكاسيّات، فلماذا لا يكونان متماثلين؟ لقد أظهرت المقارنة بين الصنوبريّات الحديثة وأحافير سليفاتها المنقرضة طبيعة الكوز البذري المعقّدة وهدّأت تساؤلات معظم علماء النبات.

في الصفحة المقابلة: انسيفالارتوس ليفيفوليوس (زاميّات)- موطنها الأصلي جنوب أفريقيا وسوازيلاند- نبتة أنثى؛ أكواز بذرية بطول 20 إلى 30 سم تقريبًا وقطر 15 إلى 20 سم.

أدناه: بينوس لامبرتيانا (صنوبريّات)- صنوبر لامبرت؛ كوز جُمع في كاليفورنيا- الأكواز البذرية التي ينتجها هذا النوع من الصنوبر الذي يعيش في غرب أميركا الشمالية هي الأكواز الصنوبرية الأطول في العالم؛ 25 إلى 50سم.





عاريات بذور غريبة ورائعة

بغض النظر عن السيكاسيّات والصنوبريّات المألوفة، نجد عاريات بذور أخرى مميّزة نوعًا ما، منها نبات الجنكة الفريد من الصين، الذي يُعرف أيضًا بشجرة كزبرة البئر أو شعر الغول، بسبب أوراقه المروحية الشكل التي تشبه قليلاً وُريقات السعفة السرخسية في كزبرة البئر (أنديانتوم). والجنكة نوع فريد لا نسيب حيًّا له، يُصنَّف بالتالي في جنس خاص به (جنكو) وفصيلة خاصة (جنكيّات) ورتبة خاصة (جنكويّات) وطائفة خاصة (جنكوانيّات) وقسم خاص (وعائيّات جنكية) ولقد تم العثور على أوراق متحجّرة من نوع سلفي في ترسّبات تعود إلى 270 مليون سنة خلت، أي إلى العصر البرمي، ما يجعل الجنكة مثالاً آخر لأحفور حيّ من عاريات البذور. خلال فترة الجوراسي الأوسط والكربوني، أي نحو 175– 65 مليون سنة خلت، كانت الجنكة منتشرة على نطاق واسع ونمت عدّة أنواع منها في جميع أنحاء قارة لوراسيا (اليوم أميركا الشمالية وأوراسيا). ومنذ وقت غير بعيد نسبيًّا (بالمقياس الجيولوجي)، عند نهاية العصر الحديث القريب/البليوسيني (5.3– 1.8 مليون سنة خلت)، اختفت الجنكة من السجل الأحفوري في كل مكان. ولم يبقَ سوى النوع الحديث «غينكغو بيلوبا» في منطقة صغيرة من جنوب شرق آسيا، حيث لطالما كان البوذيّون يبجّلونها كشجرة مقدَّسة ويزرعونها في حدائق المعابد. وبفضل مرونتها في التكيّف في وجه التلوّث، أصبحت أشجار الجنكة رائجة في جميع أنحاء العالم. وعلى غرار السيكاسيّات، تعدّ الجنكة نباتًا ثنائي المسكن تقوم فيها النبتات الذكرية على الأقل بترتيب حاملات بويغاتها في أكواز/مخاريط صغيرة. وتحمل النبتات الأنثى بويضاتها أزواجًا في أطراف أعناق صغيرة.

من عاريات البذور غير العادية الأخرى ، والتي غالبًا ما تمرّ من دون أن نلاحظها، نذكر الجنتويّات، التي لا تشمل سوى ثلاثة أجناس حيّة فقط، لا تتشابه ويُصنَّف كل منها في فصيلة خاصة به: جنتوم/ جنيتوم (نباتات معترشة أو أشجار استوائية عريضة الورق تشبه كاسيات البذور على نحو مضلّل) وإيفيدرا (جنبات خضراء الغصينات تعيش في المناطق شبه الصحراوية من نصف الكرة الغربي وأوراسيا، وتُعرف كمصدر للإيفيدرين، وهو دواء للزكام) وفلفيتشيا ميرابيليس الغريبة والرائعة من صحارى جنوب غرب أفريقيا، أحد أعجب النباتات على كوكبنا. ولقد أعطيت الفلفيتشيا هذا الاسم نسبةً إلى عالم النبات النمساوي فريدريش فلفيتش (1806– 1872)، الذي وجد أولى النبتات منها عام 1860 في صحراء الناميب بجنوب أنغولا. والاسم اللاتيني للنوع ميرابيليس يعني العجيب؛ ولا يحتاج المرء مزيدًا من التفسير بعد رؤية هذا النبات. وعلى غرار السيكاسيّات والصنوبريّات، تحمل فلفيتشيا ميرابيليس بذورها في أكواز بارزة للعيان. وتتألّف النبتة نفسها من جنث/جذر وتدي رئيسي ضخم يمتدّ عميقًا تحت سطح الأرض ليبلغ الطبقة المشبعة بالماء. وكل ما يمكن رؤيته فوق السطح هو ساق غليظة شبيهة بالكوب تحمل ورقتين بشكل شريط طويل. تستمر هاتان الورقتان بالنمو عند قاعدتهما وتذويان عند طرفيهما، وهما الورقتان الوحيدتان اللتان تنتجهما النبتة في حياتها، التي يمكن أن تمتدّ حتى 1500 سنة.

الصفحة المقابلة: سيكاس ريفولوتا (سيكاسيّات)– نخل الدقيق/ساغونيّة؛ موطنه الأصلي اليابان– قمّة نبتة أنثى مع تكتّل ناشئ من الأوراق البوغية الكبيرة الحاملة للبويضات. بخلاف النبتات الذكرية في هذا الجنس، لا تنظّم نبتات سيكاس الأنثى أوراقها البوغية في أكواز لكنّها تنتجها عند القمّة بالتناوب مع أوراق عادية.

أدناه: «سيكاس ميغاكاربا (سيكاسيّات) – موطنه الأصلي كوينزلاند، أستراليا – صورة قريبة للأوراق البوغية الكبيرة مع بذور متنامية.





حياة عاريات البذور الجنسية

على الرغم من البنى المستحدثة الرائعة مثل اللقاح والبويضة، فإن حياة عاريات البذور الجنسية لا تزال تُظهر أوجه تشابه مع الحياة الجنسية لسليفاتها الحاملة للأبواغ، ولا سيّما في سلوك النابت المشيجي الأنثى، الذي يشكّل في عاريات البذور بنية كبيرة الحجم مؤلّفة من آلاف الخلايا. ينمو هذا النابت من البوغ الكبير الأحادي الصبغيّات، الذي ينشأ من الانقسام المنصِّف للبوغ الكبير الأم.

أم البوغ

خلال الانقسام المنصِّف، تشكّل خلية من النسيج داخل حافظة الأبواغ الكبيرة، وهو البوغ الكبير الأم أو الخلية البوغية الكبيرة صفًّا من أربعة أبواغ كبيرة أحادية الصبغيات. يبقى بوغ كبير واحد من الأبواغ الأربعة على قيد الحياة لينقسم عدّة مرّات، منتِجًا بذلك نابتًا مشيجيًّا أنثى كبيرًا ولحميًّا. ينمو هذا النابت المشيجي الكبير على حساب نسيج حافظة الأبواغ الكبيرة لكنّه يبقى مغلّفًا ببقايا الحافظة. وبالطريقة نفسها التي تنتج بها الجُويزة خلية أنثوية أحادية الصبغيّات، تنتج أكياس اللقاح (حاملات البويغات) حبوب لقاح أحادية الصبغيّات عن طريق الانقسام المنصِّف لخلايا اللقاح في الخلية البوغيّة/البوغ الأرشيجوني. والفارق الوحيد هو أن الأبواغ الصغيرة الأربعة كلّها التي تنشأ من خلية لقاح أم واحدة تبقى على قيد الحياة لتشكيل حبوب لقاح. وتمثّل عندئذٍ حبوب اللقاح المنتشة النابت المشيجي المصغّر. نتيجة هذه النمنمة، توقّف النابت المشيجيّ الذكري في النباتات البذرية منذ زمن بعيد عن إنتاج خلاياه الذكرية في المئبريّات، ولكن يبقى هناك بعض الأشياء الغريبة التي تذكّر بالماضي.

الخلية الذكرية الأكبر في العالم

مع أن النباتات البذرية قد حلّت إلى حد بعيد مشكلة نقل الخلايا الذكرية، فلا تزال النباتات البذرية الحالية الأكثر بداءة (جنكة وسيكاسيّات) تنتج خلايا ذكرية متحرّكة تسبح المليمترات القليلة الأخيرة في سائل مائي القوام تتجه البويضة الأنثى. تدفع الخلايا الذكرية نفسها إلى الأمام بوساطة سوط/زائدة سوطية، تمامًا كالخلايا الذكرية في نسيباتها القديمة من السرخسيّات. تتحرّك هذه «الأبواغ السربيّة» وتشبه حيوانات صغيرة أحادية الخلية، لذلك يُشار إليها بالحيوانات المنوية أو النطاف. والواقع أنها أشبه بالنطاف البشرية، لكنّها أكبر منها حجمًا ومزوّدة بعدّة سياط إضافية. في «زاميا زويزلي»، وهي سيكاسيّة لافتة من منطقة تشوكو الساحلية في كولومبيا، يبلغ قطر الخلية النطفية الواحدة نحو نصف مليمتر (0.4 مم)، ما يجعلها مرئية بالعين المجرّدة، وتحمل في آخرها 20000 إلى 40000 سوط. تضرب هذه السياط بنبض متزامن فتدفع بالحيوانات المنوية إلى الأمام في طريقها باتجاه الخلية الأنثى (البويضة). بهذه الحيوانات المنوية العملاقة، تحمل السيكاسيّات الرقم العالمي بين الكائنات الحية كافة.

أعلى الصفحة المقابلة: إيفدرا ايكويستينا (علنديّات- علندى مفصلية؛ موطنه الأصلي الصين واليابان- ثمرة تتألّف من زوجين من القنابات الحمراء الزاهية التي تحيط ببذرة وحيدة.

أسفل الصفحة المقابلة: فلفيتشيا ميرابيليس (فلفيتشيّات)- تمبو شجري؛ موطنه الأصلي جنوب غرب أفريقيا- كوز بذري.

أدناه: جينكو بيلوبا (جنكيّات)- جنكة/ شجرة شعر الغول؛ موطنها الأصلي الصين- بذور ناضجة تُحمل أزواجًا على ساق عادية. يتألّف خارجها من الغلاف البذري الأصفر اللحمي (ساركوتيستا)، الذي يحتوي على حمض البوتيريك ويطلق بعد سقوط البذور رائحة كريهة شبيهة برائحة الزبدة الفاسدة الزنخة.



في النباتات البذرية كافة، لا ينتج النابت المشيجي الذكر سوى مشيجين ذكرين فقط (حيوانين منويين أو نواتين نطفيّتين). وحدها السيكاسية الكوبية الغامضة ميكروسيكاس كالوكوما تطلق نحو 12 إلى 16 حيوانًا منويًّا من كل أنبوب لقاح. في النباتات البذرية الأكثر تطوّرًا، مثل الصنوبريّات والجنتويّات «جنتياليس» والنباتات المزهرة الحالية، يتمثّل المشيجان الذكريّان بنوى خلوية بسيطة، تُعرف بالنوى النطفية أو بالنطاف فقط. ولم يعد في إمكان هذه النطاف أن تتحرّك من تلقاء نفسها، فهي لا تحتاج إلى ذلك لأنه يتم إيصالها بشكل مناسب إلى البويضة مباشرة بوساطة أنبوب اللقاح.





عندما «كبير» يعني فعلاً كبيرًا«

لم تعد النوابت المشيجية الصغيرة جدًّا التي نجدها في عاريات البذور تنتج الأمشجة الذكرية في حاويات متخصّصة (مئبريّات)، لكنّ الأمشجة الأنثى الكبيرة تبقى وفيّة لاسمها. فالأمشجة الكبيرة لا تصبح فقط أكبر حجمًا بكثير، لكنّها لا تزال تمر بالعملية العسيرة التي تقوم على تكوين حاملات بويضات مناسبة لإيداع خلاياها الأنثوية /بويضاتها (باستثناء جنتوم وفلفيتشيا). تتكوّن حاملات البويضات دائمًا تحت فتحة الغشاء، عند الطرف البُويبي للبويضة. ويختلف عدد حاملات البويضات الذي ينتجه كل نابت مشيجي كبير اختلافًا كبيرًا ضمن عاريات البذور: تحمل الطرّيّة الطقسوسية الورق (تورّيا تاكسيفوليا) حاملة بويضة واحدة فقط في جميع الحالات تقريبًا، وتحمل الجنكة حاملتي بويضات، وتكوّن الصنوبريّات عادة حاملتين أو ثلاث حاملات، وتمتلك سيكويا الفجر (ميتاسكويا غليبتوستروبويدِس) ما بين 8 و11 حاملة بويضات، ويمكن للجبّارة العروية (سكويا سمبرفيرنس) تحمل حتى ستّين منها.

ينتج معظم السيكاسيّات من حاملة بويضات واحدة إلى ستّ حاملات لكل نابت مشيجي كبير، مع استثناء واحد لافت: في النبات شبه المنقرض ميكروسيكاس كالوكوما، المعروف في كوبا، موطنه الأصلي، بنخل الفلين، ينتج النابت المشيجي الأنثى أكثر من مئة حاملة بويضة(4). يكون خمس حاملات أو ستّ منها فقط عاملة، لكنّها تنتج أكبر بويضات خلوية معروفة في مملكة النبات (بطول 3 مم).

شجرتان من بذرة واحدة؟

بوجود عدّة حاملات بويضات، تُلقَّح عادة البويضات كافة (الخلايا الأنثى) وتبدأ بالنمو إلى أجنّة. في النهاية، يبقى جنين واحد فقط على قيد الحياة في حين تُسقَط الأخرى من دون تلقيح. ولكن يحدث أحيانًا أن ينضج أكثر من جنين واحد. فعلى سبيل المثال، هناك ما بين ثلاثة في المئة وأربعة في المئة من بذور الصنوبريّات تحتوي على جنينين وحتى ثلاثة أجنّة وعند زراعة أشجار الصنوبر من البذور، من الممكن نظريًّا الحصول على عدد غرسات أكبر من عدد البذور.



جنين عاريات البذور

تنمو أجنّة عاريات البذور بطرق غريبة. ويشكّل الصنوبر مثلاً معروفًا على ذلك. ففي الصنوبريّات (أنواع بينوس، صنوبريّات)، تنتج البويضة الملقّحة في البداية 16 خلية قرب الطرف الأسفل لحاملة البويضة. وتنتظم هذه الخلايا الـ 16 ضمن أربعة صفوف أو أربع طبقات يتألّف كل منها من أربع خلايا. وما يحدث بعد ذلك غريب بعض الشيء. إذ إن كل خلية في الطبقة العليا المقابلة لداخل النابت المشيجي الكبير تنتج جنينًا، وفي الوقت نفسه تنتج الخلايا الأربع المقابلة لها في الطبقة الثانية تحتها حاملة جنين أو معلاقًا شبيهًا بالساق. تنمو المعاليق لتصبح طويلة جدًّا من أجل دفع الأجنّة الأربعة النامية عبر جدار حاملة البويضة إلى نسيج النابت المشيجي الكبير المغذّي. وفي النهاية، وحده الجنين الأقوى الذي دُفع إلى المسافة الأبعد داخل النابت المشيجي الكبير يبقى على قيد الحياة. ويمكن رؤية بقايا المعلاق كخيط أبيض رفيع معلّق بالطرف الجذري للجنين في نواة الصنوبر المقطوعة بعناية.

مع أن ثلاثة أجنة من الأربعة التي تنتجها لاقحة واحدة تموت عادة، فإنه يحدث في حالات نادرة أن يبقى أكثر من جنين واحد على قيد الحياة. وبالتالي فإن دورة حياة الصنوبر تقدّم احتمالين لتكوين أجنة متعدّدة، وهي ظاهرة تُدعى تعدّد الأجنّة «بوليامبريوني». إذا أنتجت بذرة صنوبر شتلتين، فمن غير الممكن أن نعرف ما إذا كان التوأمان متماثلين جينيًّا.

إذا كانت الصنوبريّات غريبة، فالجنتويّات مجنونة

إذا كانت الصنوبريّات تبدو غريبة، فالجنتويّات هي أكثر غموضًا أيضًا. إذ يشكّل غشاؤها الداخلي بُويبًا أنبوبيًّا طويلاً شبيهًا بالمنقار يخرج من القنابات المحيطة بالبويضة. وعلى الرغم من فرادة البُويب، فإن التقاط اللقاح يتم في قطرة تلقيح عند رأس البُويب، مثلما يحدث تمامًا في عاريات البذور الأخرى. والفوارق الحقيقية التي تجعل الجنتويّات فريدة هي الأمور الخاصة جدًّا التي تحدث في البويضة. في حالة الإيفدرا البسيطة بالمقارنة، وكذلك في الصنوبريّات، ينمو النابت المشيجي الكبير من البويغ الكبير الوحيد المتبقّي على قيد الحياة وينتج ما بين 2 و 3 حاملات بويضات عند قاعدة حجرة لقاح عميقة. قد تُلقَّح جميع البويضات لكن واحدة منها فقط تنمو. تنقسم اللاقحة المتبقّية على قيد الحياة ثلاث مرّات بالانقسام المنصّف ثماني لاقحات وليدة، ويمكن أن تصبح جميعها (ولكن عادة من 3 إلى 5 منها فقط) أجنّة. أما في نسيبتها جنتوم فإن الأمور تجري بصورة مختلفة تمامًا. أولاً، لا يبقى على قيد الحياة بويغ كبير واحد، لكن الأبواغ الكبيرة الأربعة كلها تنشأ من الانقسام المنصّف للبوغ الكبير الأم، وتشارك في تكوين النابت المشيجي الكبير. لا يوجد أي حاملة بويضات تحمل داخلها الخلايا الأنثى (البويضات). والحقيقة هي أنه وقت التلقيح يتألّف النابت المشيجي الأنثى من خلية كبيرة واحدة فقط تشمل عددًا كبيرًا من النوى الحرّة. وتستطيع كل من هذه النوى الحرّة أن تعمل كبويضة، وبما أن عدّة أنابيب لقاح يمكنها الوصول إلى النابت المشيجي الكبير، فمن الممكن أن يؤدّي ذلك إلى عدّة لاقحات. لهذه اللاقحات عنيقات (معاليق) قد تنقسم وتنتج مرّة أخرى عدّة لاقحات. وكالعادة، تصل لاقحة واحدة فقط لكل بذرة إلى مرحلة النضج.



أنابيب الحب في فلفيتشيا

تصبح الممارسات الجنسية لعاريات البذور أكثر غرابة أيضًا في فلفيتشيا ، ثالث الجنتويّات وأكثرها غرابة. كما في جنتوم، ينمو النابت المشيجي الأنثى من الأبواغ الكبيرة الأربعة كلّها ولا يوجد أي حاملات بويضات. عند التلقيح، يتألّف هذا النابت من عدّة خلايا متعددة النوى تشكّل نوعًا من الكتلة الجنينية. من بعض خلايا هذه الكتلة الجنينية تنمو أنابيب تمتد إلى نسيج حافظة الأبواغ الكبيرة المحيط حيث تلتقي أنابيب اللقاح الداخلة. يحدث اتحاد النطاف والبويضات بحسبما يُزعم في «أنابيب الحب» هذه لكن الجنين النامي يُدفع نزولاً في الأنبوب بوساطة معلاقه الممتدّ.

سيكاسيّات بسيطة

بعد هذا العدد الكبير من الطرق الغريبة في تشكيل الجنين، نجد أن حالة السيكاسيّات بسيطة نسبيًّا. إذ تنتج اللاقحة جنينًا واحدًا، مجهّزًا بمعلاق طويل غير منقسم. وعندما تخرج البذرة، ويخرج الجنين المنتش منها، تظل بقايا المعلاق معلّقة بطرف الجُذير/النَتَش وتبدو كخيط أبيض ملفوف.

ما عدد الأوراق على جنين النبات العاري البذور؟

يتألّف عادةً الجنين الناضج لعاريات البذور من ورقة جنينية واحدة أو أكثر (فلقات) معلّقة بطرف سويق مستقيم قصير (سويق الجنين/سويقة جنينية تحت فلقية) له جذر صغير جدًّا (جُذير/نَتَش) في أسفله. قد تكون هناك فلقة واحدة فقط (في سيراتوزاميا، من السيكاسيّات) أو فلقتان (معظم السيكاسيّات والسرويّات والأروكارية والطقسوس وجنكو وفلفيتشيا وإيفدرا أو ثلاث فلقات (أنسِفالارتوس، وهي سيكاسية أخرى، وفي بعض الأحيان جنكو والطقسوس وجنتوم /جنيتوم) أو أربع فلقات (الجبّارة) أو عدد كبير من الفلقات كما في الصنوبريّات (مثل، نحو 12 فلقة في بينوس بينيا). في عاريتيّ البذور الأكثر غرابة فلفيتشيا وجنتوم ينتج الجنين عضوًا فريدًا لا نظير له- المغذّية- وهي نامية جانبية من سويق الجنين تكون أكبر من الجنين نفسه.

زوّادة عاريات البذور الأحادية الصبغيّات

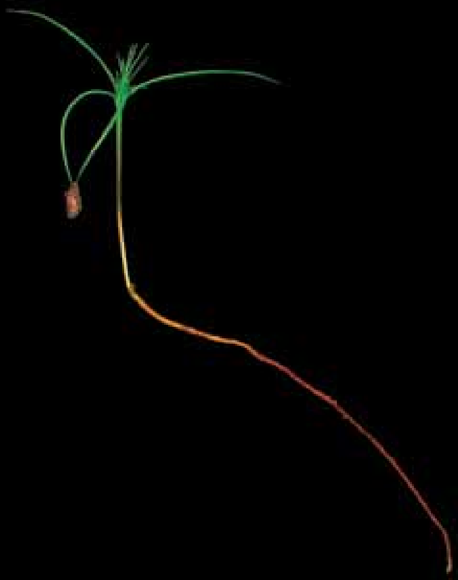
خلال نمو بذرة عاريات البذور، يغذّي نسيج النابت المشيجي الأنثى الجنين النامي، فيخزّن كميّات كبيرة من الدهون والبروتينات الغنية بالطاقة حتى يصبح زوّادة النابت البوغي اليانع. إذا قطعنا مثلاً بذرة صنوبر بالعرض إلى نصفين (أزيل الغلاف البذري القاسي عن بذور الصنوبر المتوافرة في السوق) نجد جنين الصنوبر المستدير في المركز، محوطًا بنابته المشيجي الكبير الذي يغذّيه.

السقوط المفاجيء

سادت عاريات البذور والسرخسيّات الغابات والمستنقعات على مدى القسم الأكبر من الدهر الوسيط (ميسوزويك) (ويشمل العصر الترياسي والجوراسي والكربوني) حتى ما يقارب الـ 100 مليون سنة خلت. وشكّلت السيكاسيّات والجنكيّات والصنوبريّات وعدد كبير من الأنواع المنقرضة منذ زمن بعيد طعام الديناصورات. ولقد أصبح معظمها منقرضًا اليوم ولم يتبقَّ منها اليوم سوى أكثر قليلاً من ألف نوع، وليس ذلك أكثر من ظلٍّ لتنوّعها الأصلي. لماذا؟ بسبب ثورة أخرى، هي ظهور «قوّة الزهرة».

الصفحة المقابلة: بينوس لامبرتيانا (صنوبريّات)- صنوبر لامبرت؛ جُمعت في كاليفورنيا- مقطع طولي لبذرة (في الأسفل) وجنين مستأصل (في الأعلى).

أدناه: بينوس تيكونوماني (صنوبريّات)- صنوبر أحمر؛ موطنه الأصلي أميركا الوسطى- شتلة تُظهر الفلقات الأربع تحيط بالفرخ الأوّلي الناشئ بأوراقه اليانعة المتعددة.





ثورة قوّة الزهرة

منذ نحو 140 مليون سنة خلت، خلال الجوراسي المتأخّر (206–142 مليون سنة خلت) أو الطباشيري المبكر (142–65 مليون سنة خلت) عندما كانت الديناصورات في أوجها، ظهرت مجموعة جديدة من النباتات التي سرعان ما غيّرت وجه الأرض: النباتات المزهرة. نعرف جميعنا النباتات المزهرة، إذ إن النباتات كافة تقريبًا – أعشاب وأزهار برّية وجنبات وأشجار (باستثناء الصنوبريّات) والخضر والصبّار والنخل والسحلبيّات – تنتمي إلى هذه المجموعة.

وعلى الرغم من تسميتها «بالنباتات المزهرة»، فإن نباتات هذه المجموعة لم تكن النباتات الأولى التي أنتجت أزهارًا. وتُعرَّف الزهرة علميًّا بأنها فرخ قصير متخصّص ينتهي نموّه بإنتاج ورقة بوغية أو أكثر (أوراق تحمل حافظات الأبواغ الصغيرة الذكرية أو الكبيرة الأنثى). من حيث النمو، تشكّل الزهرة إذًا مرحلة أخيرة. لهذا السبب لا يخرج أبدًا أي فرخ من مركز الزهرة. بالمعنى الضيّق، إن أكواز السيكاسيّات الذكرية والأنثوية هي أزهار ذكر وأنثى. وفي محاولة لقصر الكلمة «زهرة» على البنى التي نجدها في كاسيات البذور، يتطلّب التعريف المفضّل وجود أوراق زهرية إضافية عقيمة (غير منتجة للأبواغ) تحيط بالأوراق البوغية، كبتلات الوردة مثلاً. لكن ذلك لا يضمن لعاريات البذور الحق الحصري في استعمال الكلمة «زهرة». نجد أزهارًا صغيرة غير لافتة كثيرًا للنظر تحمل أوراقًا محيطية حول الأوراق البوغية في الجنتويّات العارية البذور فلفيتشيا وايفدرا وجنتوم. بالتالي، ليس الاسم «النباتات المزهرة» الاسم المناسب لهذا النوع من النباتات. ومن أجل الإشارة إلى الابتكار التطوّري الذي شهدته هذه النباتات واستثناء عاريات البذور الحاملة للأزهار، يُفضَّل استخدام الاسم «كاسيات البذور»[5]. و«كاسيات البذور» هو الاسم المقابل للإسم «عاريات البذور» ويعني البذور المغلّفة. ولكن كيف غلّفت كاسيات البذور بذورها؟ ولماذا؟

تطوّر الخباء

فلنأخذ مثلاً ورقة بوغية من نخل الطحين / نخل الساغو(سيكاس ريفولوتا، سيكاسيّات) البدائي العاري البذور؛ هي مجرّد ورقة تحمل بويضات مصطفّة على طول محيطها. فلنتخيّل الآن أن هذه الورقة البوغية تنثني على طول الضلع (العرق الوسطي) وتتحد حافتاها المتقابلتان لتشكيل كيس تكون البويضات في داخله. والنتيجة هي ما يسمّيه علماء النبات «الخباء». غير أن البويضات المحبوسة داخل الخباء تواجه عائقًا صغيرًا. كيف يصل اللقاح، أو على الأقل النطاف الذكرية، إلى البويضات؟ تم حل هذه المشكلة بخلق منطقة التقاط للقاح: السمة (ستيغما: من اليونانية بمعنى بقعة أو ندبة). السمة نسيج مستقبل رطب على سطح الخباء، امتدّ في البداية على طول الخط حيث تلتحم حافتا الورقة البوغية لكنه تقلّص في ما بعد إلى منبسط صغير في رأس الخباء. وتوفّر السمة لحبوب اللقاح الظروف المثالية للإنتاش. تدخل أنابيب اللقاح السمة وسرعان ما تبلغ قناة خاصة أو نسيجًا ناقلاً يدعم نموّها ويوجّهها نزولاً إلى البويضات داخل الخباء، الذي هو رحم الزهرة. ومع

ليريودندرون توليبيفيرا (مغنوليّات)– شجرة الزنبق؛ موطنها الأصلي شرق أميركا الشمالية– يتألّف الوزيم في مركز الزهرة من عدد كبير من الأخبية المنفصلة المنتظمة لولبيًّا حول المحور المركزي؛ في الثمرة الناضجة، يكون كل خباء قد نما لتشكيل جوزة جناحية وحيدة (ثمرة جناحية، سامارا).

الصفحة المقابلة: زهرة؛ أدناه: ثمرة غير ناضجة كثيرًا لا تزال الثمار الجناحية متراصة معًا.





الصفحة المقابلة: «دريميس ونتري (ونتريّات)- شجرة لحاء ونتر؛ موطنها الأصلي أميركا الوسطى والجنوبية- يتألّف الوزيم في مركز الزهرة من تكتّل من الأخبية المستقلّة (وزيم سائب الأخبية).

أدناه: دريميس ونتري (ونتريّات)- شجرة لحاء ونتر- مقطع طولي لخباء يظهر مجموعة من البويضات المعلّقة.

في الأسفل: دريميس ونتري (ونتريّات)- شجرة لحاء ونتر- صورة قريبة لوزيم.





نشوء الخباء، تحوّل العائق الأولي الذي شكّله الخباء المغلق إلى حسنة أخرى: في حين أن تلقيح البويضات العارية في عاريات البذور الملقّحة بوساطة الريح ينبغي أن يتم بشكل فردي، فقد خلقت سمة كاسيات البذور نقطة دخول وحيدة لجميع اللقاح الوارد. يؤمّن حدث تلقيح وحيد ما يكفي من اللقاح لتلقيح جميع البويضات في الخباء. أضف إلى أنه يمكن تثبيط أو تفادي إنتاش اللقاح «الخطأ» بسهولة عبر إشارات كيميائية ينتجها سطح السمة.

كان الخباء من دون أدنى شك الابتكار الثوري الذي أوجدته كاسيات البذور والذي مهّد الطريق لسيطرتها شبه التامة على عالم النبات. ولكن لماذا يعطي وجود البويضات داخل أخبية بدلاً من أن تكون «عارية» على طول حافة الورقة أو على سطح حراشف الكوز مثل هذه الأفضلية الكبيرة للبويضات؟ صحيح أنها تحظى بذلك بحماية أفضل من الضواري، لكن الكوز يمكن أن يؤدّي الوظيفة نفسها تقريباً ومن الأسهل على اللقاح أن يبلغ البويضات عندما لا تكون هذه البويضات محتجزة في مكان مغلق. ومن أجل فهم أهمية نشوء الخباء فهمًا كاملاً، فمن الضروري النظر إلى الصورة الكبيرة.

ذهب مع الريح

اعتمدت النباتات البذرية الأولى على الريح لنقل لقاحها ونشره، تمامًا مثلما عَهَد الحزاز والسرخس بأبواغهما إلى التيّارات الهوائية المارّة. لا يزال التلقيح بوساطة الريح (التلقيح الريحي) الطريقة المفضّلة لدى عاريات البذور، غير أنها طريقة مكلفة جدًّا في إيصال اللقاح إلى البويضات. فهناك فرصة ضئيلة جدًّا في أن تحمل الريح حبّة اللقاح مباشرةً إلى بويضة من النوع نفسه، لذا فإن الريح ليست ساعيًا موثوقًا جدًّا. تعوّض السيكاسيّات والصنوبريّات عن ذلك بإنتاج كميات ضخمة من اللقاح: عندما تنفخ الريح في الربيع، يمكن رؤية سحب من اللقاح الأصفر صادرة من الأكواز الذكرية الصغيرة في أشجار الصنوبر. وعلى الرغم من التمركز الاستراتيجي للأكواز الأنثوية الأكبر حجمًا في أطراف الأغصان، فإن الأمر يحتاج إلى أعداد هائلة من حبوب اللقاح لضمان نجاح تلقيحها. أما فيما يتعلّق بتلقيح الأزهار، فإن الحشرات تشكل أدوات أكثر ثقة واستهدافًا من الريح. تنتقل الحشرات الملقّحة مثل النحل من زهرة إلى زهرة ساعية للحصول على المكافآت، التي تأتي عادة على شكل لقاح أو رحيق، وتؤمّن بالتالي حركة دقيقة نسبيًّا للقاح. وبهذا، فإن الأزهار الملقَّحة بوساطة الحشرات لا تحتاج إلى إنتاج هذا العدد الكبير من حبوب اللقاح لتأمين التلقيح، وهذه ميزة توالدية واضحة مقارنةً بالأزهار الملقَّحة بوساطة الريح. وقد احتاجت هذه العلاقة الحميمة بين النباتات البذرية والحيوانات إلى بعض الوقت لكي تترسّخ.

»لويس، أعتقد أنها بداية صداقة جميلة« [6]

كانت الحيوانات والطيور والحشرات تزور أحيانًا أزهار عاريات البذور الأولى الملقَّحة بوساطة الريح. ومن هؤلاء الزوّار الأوائل نجد الحشرات ذوات التآشير القويّة (الخنافس بشكل رئيسي)،

التي كانت قادرة على مضغ جدار السبوروبولينين القاسي لالتهام محتويات اللقاح المغذّية. ولأنها كانت تشعر بالعطش بعد وجبتها، كانت تزور أيضًا في بعض الأحيان الأزهار الأنثى لأخذ رشفة من قطرة التلقيح السكّرية عند قمة البويضة، فتترك بالتالي، من غير قصد، بعض اللقاح على البويضة. ولقد تطوّرت هذه العلاقة العرضية تدريجًا إلى شيء أكثر جدّية.

على سبيل المثال، فالسيكاسيّات الحالية هي ثنائية المسكن، ما يعني أنها تحمل أكوازها (أزهارها) الذكرية والأنثوية على نبتات مختلفة. وعندما يحين وقت التلقيح، تطلق الأكواز الذكرية والأنثوية كمية من الحرارة ورائحة قوية تجتذب الحشرات (مثل السوسة)، بينما تبدأ حراشفها (أوراقها البوغية) بالتقلقل والتباعد. وهذه هي أيضًا استراتيجية الزاميا الوبغية(7) (زاميا فورفوراسيا)، وهي سيكاسية من فصيلة شجرة الخبز (زاميّات). عندما تنضج الأكواز الذكرية، تجتذب أسرابًا من السوس البالغ الصغر عبر توفير المأوى والطعام (اللقاح المغذّي) وحتى مكان للتناسل إلى هذه الحشرات الصغيرة؛ لكنّ الأكواز الأنثوية تكون سامة لحماية البويضات الثمينة. وبالتالي، فهي لا تملك أي شيء لإغراء الزوّار المحتملين، لكنّها تخدعهم بذكاء عبر محاكاة مظهر الأكواز الذكرية ورائحتها. هذه استراتيجية بارعة جدًّا بالنسبة إلى عاريات بذور يفترض أن تكون بدائية، لكنّ كاسيات البذور الأكثر تقدّمًا هي التي أصبحت السيّدة المطلقة في إغراء الحيوانات. لقد كانت الحاجة إلى قدر أقل من اللقاح من أجل تحقيق تلقيح ناجح ميزةً رائعة عَنَت توفيرًا كبيرًا في الطاقة والمواد. أضف إلى أنه مع حفظ البويضات في أخبية، تأمّنت كذلك الحماية من الحيوانات الزائرة الجائعة. هكذا، اكتشفت كاسيات البذور بسرعة المزايا الهائلة في إقامة صداقة وثيقة مع الحشرات وغيرها من الحيوانات، وبما أن هذه البيئة الملائمة كانت لا تزال غير مشغولة إلى حد بعيد، فإن كاسيات البذور تمكنت من استغلالها بلا هوادة. كيف؟ بوساطة مسابقة جمال.

أسرار الجاذبية

أدّت الصداقة التي نشأت حديثًا بين كاسيات البذور والحيوانات إلى حدوث منافسة شديدة في ما بينها لجذب انتباه الملقّحين المحتملين. ومن أجل أن تصبح كاسيات البذور أكثر جاذبية فتلفت نظر الحيوانات المارّة وتجعل التلقيح أكثر فاعلية، طوّرت هذه النباتات البنى البارزة للعيان التي غالبًا ما تكون زاهية الألوان وتُعدّ أزهارًا «حقيقية».

من أسرار الزهرة الحقيقية استراتيجية إعلانية ناجحة لإغراء أي زبائن ملقّحين محتملين. ومن أجل جعل الأزهار أكثر بروزًا للعيان، أضافت كاسيات البذور أوراقًا زاهية الألوان إلى الفرخ الذي يحمل الأوراق البوغية، وفي أغلب الأحيان عبيرًا مغريًا أيضًا. فلنأخذ مثلاً الوردة. تدين ملكة الأزهار بشكل كامل بجمالها المدهش إلى بتلاتها اللافتة الرائعة، التي تتألّف من أوراق معدَّلة تحيط بالأعضاء التناسلية في مركز الزهرة. ويكمّل شذاها الأخّاذ هذه التجربة الإيجابية، ما يعزّز من جاذبية الزهرة تمامًا مثلما يزيد العطر الساحر في فتنة المرأة الجميلة. ومن الخطوات الأخرى

أعلى الصفحة المقابلة: سنتوريا سيانوس (نجميّات)- قنطريون عنبري؛ موطنه الأصلي أوراسيا- يتألّف «برعم» القنطريون العنبري، وهو نموذجي لفصيلة عبّاد الشمس، من زهرات منفردة متجمّعة معًا فيما يُعرف بالرؤيس (رأس الزهرة). يتردّد النحل بكثرة على هذه الزهرة؛ في أثناء جمع النحل للرحيق واللقاح يلقّح كل زهرة بمفردها.

أسفل الصفحة المقابلة: أوربيا سيموتا (دفليّات)- موطنها الأصلي شرق أفريقيا- زهرة هذا النبات اللَحمي متكيّفة بحيث تجتذب ذباب الرِّمم لتلقيحها؛ يشكّل لونها والشعور البرّاقة حول الحافة ورائحتها تقليدًا لحيوان ميت.

أدناه: سيدروس اتلانتيكا (صنوبريّات)- أرز أطلسي؛ موطنه الأصلي شمال أفريقيا- أكواز ذكرية تطرح لقاحها المنتشر بوساطة الريح.



المهمة في تطوّر زهرة كاسيات البذور اجتماع الأوراق البوغية الصغيرة والأوراق البوغية الكبيرة في زهرة واحدة، وهو أمر لم ينجح قط في تحقيقه سوى قلة فقط من عاريات البذور (التي أصبحت اليوم منقرضة في معظمها). تتجنّب هذه الأزهار الثنائية الجنس أو الخنثى(8) مضاعفة الجهد الذي تتطلّبه الأزهار الذكرية والأنثوية المنفصلة، التي يجب أن تكون كل منها مجهَّزة بعناصر جذب ومكافآت من أجل التلقيح. ونظرًا إلى أن الأوراق البوغية الصغيرة (الأسدية) والأوراق البوغية الكبيرة (الأخبية) موجودة في الزهرة نفسها، يمكن استقبال اللقاح من حشرات زائرة وقد يعلق أيضًا بعض لقاح هذه الزهرة بالزوّار. تشكّل الأزهار الثنائية الجنس ببساطة متجرًا لاستقبال اللقاح وإرساله، بالإضافة إلى مكافأة المرسِل بالطعام (اللقاح) والشراب (الرحيق).





هندسة الزهرة

تتألّف زهرة كاسيات البذور النموذجية من أربع أو خمس دوّارات من أوراق متخصّصة. الدوّارة الخارجية هي الكأس: بنية كأسية الشكل مؤلّفة من ثلاث إلى أربع ورقات صغيرة خضراء، تُدعى الكأسيّات. ونجد داخل الكأس التُويج، الذي غالبًا ما يكون زاهي اللون ويتألّف عادةً من ثلاث إلى خمس بتلات. وتشكّل الكأسيّات والبتلات معًا كمّ الزهرة. بين البتلات أو قبالتها، تندرج دوّارة واحدة أو دوّارتان من الأوراق البوغية الصغيرة أو الأسدية. وتتألّف السداة من سويق رفيع، يُدعى خيط/حامل المئبر، يحمل المئبر في رأسه. والمئبر هو الجزء الخصب من السداة ويحمل أربع حافظات أبواغ صغيرة، هي أكياس اللقاح. وتحيط الأسدية بدورها بالدوّارة المركزية، وهي الجزء الأنثى من الزهرة: الأخبية. ويتوقّف عدد الأخبية في كل زهرة على النوع. يمكن للأخبية أن تكون كثيرة العدد، كما في الحوذان (أنواع رَنونكولوس، حوذانيّات) وآذريون الماء (كالثا بالوستريس، حوذانيّات) وأمثلة مجلوبة، مثل شجرة لحاء ونتر (دريميس ونتري، ونتريّات) ونسيباتها والمغنولية (أنواع مغنوليا، مغنوليّات). وتحمل أنواع أخرى، مثل نباتات الفصيلة القرنية، التي تشمل الفاصوليا والبسلّة، خباءً واحدًا لكل الزهرة.

لماذا لكل شيء اسمان

أعطى العلماء الأعضاء الجنسية للنباتات البذرية أسماء مختلفة على الرغم من أن الأعضاء الموازية لها مباشرةً كانت موجودة وتحمل أسماء مناسبة في دورات حياة الحزاز والسرخس. في النباتات البذرية، تُدعى الأوراق البوغية الصغيرة والأوراق البوغية الكبيرة أسدية وأخبية، وتُعرف حافظة الأبواغ الصغيرة وحافظة الأبواغ الكبيرة بكيس اللقاح والجُويزة، والأبواغ الصغيرة هي حبوب اللقاح. وقد يكون صحيحًا أن بعض العلماء يحبّون خلق أسماء جديدة من المفردات اليونانية واللاتينية القديمة، ولكن في حالة النباتات البذرية على الأقل، تم ابتكار هذه الأسماء لأسباب تاريخية بحتة.



سبرغولاريا روبيكولا (قرنفليّات)- أسبرغولة بحرية صخرية؛ جُمعت في المملكة المتحدة- بذرة؛ لا تكيّفات ظاهرة على طريقة انتشار محدّدة لكنّها تحمل النمط السطحي المعقّد الذي نجده نموذجيًّا في القرنفليّات: تتشابك الخلايا «بابيلوس» في غلاف البذرة مثل قطع من أحجية صور مقطوعة مثلما يظهر في النمط المعقّد للخطوط المتموّجة المحيطة بكل خلية. يتحقّق الانتشار عندما تقذف الجراء البذور في أثناء تأرجحها في الريح؛ وقد يساعد أيضًا شكل البذور المسطّح على انتشار أكبر بوساطة الريح؛ يبلغ طول البذرة 0.6 مم.

قبل الاكتشاف الثوري الذي حقّقه هوفمايستر عام 1851، كان العلماء قد سبق لهم أن وضعوا مجموعة كاملة من المفردات التقنية المختلفة من أجل الأعضاء التناسلية للنباتات البذرية. وكان عالم الطبيعة والفيزيائي الإنكليزي نحميا غرو (1641–1712) هو من اخترع القسم الأكبر من المصطلحات التي نستخدمها اليوم لأجزاء الزهرة المختلفة. ولقد بدأ غرو مشاهداته في تشريح النباتات عام 1664، وفي عام 1672 نشر أوّل مقالة له بعنوان Anatomy of Vegetables begun (تشريح الخضر)، تلتها عام 1673History Phytological a of Idea (فكرة عن تاريخ نباتي). ونُشر أهم مؤلّفاته عن «تشريح النباتات» Plants of Anatomy عام 1682، وشمل فصلاً عن «تشريح الأوراق والأزهار والثمار والبذور» حلّل فيه غرو وظيفة الأزهار وحدّد للمرّة الأولى أن الأسدية والأخبية هي أعضاء جنسية ذكرية وأنثوية. وعندما أصبح هوفمايستر قادرًا على إثبات أن الأعضاء الجنسية للازهريات (حزاز، سرخس، إلخ.) وللنباتات الزهرية تشهد تشابهًا تطوّريًّا أساسيًّا، كانت مصطلحات غرو قد وُضعت منذ زمن بعيد. ولقد تم الاحتفاظ بمجموعتيّ المصطلحات وتُستعمل اليوم بالتوازي.



أعلاه: رسم بياني لزهرة كاسيات بذور نموذجية (من المحيط إلى المركز): المحور الزهري والكأس (أخضر زاه)؛ البتلات (زهري)؛ مآبر (أصفر)؛ المبيض مع قلم السمة والسمة (أخضر غامق)؛ بويضات (أسود).

أدناه: «سبرغولاريا روبيكولا(قرنفليّات)– أسبرغولة بحرية صخرية؛ موطنها الأصلي أوروبا– صورة قريبة لزهرة.



تكنولوجيا الدمج

في مسار التطوّر، طوّرت كاسيات البذور ميلاً إلى دمج أجزاء من أزهارها، خصوصًا الأخبية. في الفصائل الأكثر تقدّمًا، تكون الأخبية عادة متحدة لتشكيل مبيض أو مدقّة واحدة، واسمها العلمي هو الوزيم المتّحد الأخبية (9). في الوزيم المتحد الأخبية، تتشارك الأخبية في سمة واحدة، يمكن أن تُرفع فوق الجزء المنتفخ الحامل للبويضات، بوساطة امتداد رفيع للأخبية، معروف بقلم السمة أو حامل السمة. وقد ساعدت السمة المشتركة على زيادة ترشيد التلقيح نظرًا إلى أن تلقيحًا واحدًا أصبح في إمكانه إتمام تلقيح جميع البويضات ليس في خباء واحد فحسب، بل في عدّة أخبية. ويمكن رؤية اتحاد الأخبية هذا بسهولة عندما يُقطع مبيض زهرة خزامى/توليب مثلاً نصفين. وعلى الرغم من أن الأخبية الثلاثة لزهرة الخزامى هي ملتحمة معًا فإنها تحتفظ بجدرانها وتقسم المبيض إلى ثلاث حجرات يمكن تمييزها بوضوح وتحتوي على بويضات.

تشكّل البتلات أجزاء أخرى من زهرة كاسيات البذور لديها ميل قوي للالتحام. ومن الأمثلة الجيدة على هذه الظاهرة نجد الجُريس حيث تشكّل البتلات الخمس التُويج الوحيد الجرسي الشكل الذي أعطى النبات اسمه. ويحمل الكثير من الفصائل المتقدّمة من الناحية التطوّرية، مثل فصيلة الخنازيريّة (غديّات) وفصيلة النعنع (شفويّات)، أزهارًا لها بتلات متحدة وتعطي تُويجاتها شكلاً يناسب حيواناتها الملقّحة المفضّلة، ما يعيدنا إلى العلاقة الوثيقة بين كاسيات البذور والحيوانات.

الجمال في عين الناظر

إن علاقة كاسيات البذور بالحيوانات – ولا سيّما الحشرات- هي التي سمحت بالتنوّع المذهل الذي نُدهش له اليوم. وقد سمح التغيّر في أجزاء الزهرة المختلفة من حيث العدد والحجم والشكل والتماثل واللون بتنوّع شبه لامتناه في أنواع الأزهار. وعبر تخصيص الأزهار وتعديلها بحيث تتناسب مع الخيارات المفضّلة (في اللون والرائحة)، والحاجات الجسدية والمهارات (حجم الجسم، طول أجزاء الفم) لمجموعة معيّنة فقط من الحشرات أو أحيانًا لنوع واحد فقط من النحل أو الفراشات



أو الفراشات الليلية أو الخنافس، وجدت كاسيات البذور طريقة شديدة الفاعلية لتفادي استقبال اللقاح غير المرغوب فيه على سماتها. لهذا السبب يكون بعض الأزهار زاهي الألوان وله رائحة شبيهة برائحة الحيوان النافق (مثلاً زهرة الفُشاغ العشبي(سميلاكس هرباسيا، فُشاغيّات) من أميركا الشمالية، والإستبيلة الأفريقية). ويذهب بعض السحلبيّات إلى حد التدخّل في الحياة الجنسية للحيوانات التي تلقّحها فتقلّد شريكها المحتمل (مثلاً السحلبيّات النحلية/الأوفريس النحلي من الجنس أورفيس) أو – ربما في ما هو أكثر إزعاجًا للحيوان- تقلّد ذكرًا منافسًا تبغي مهاجمته (مثلاً أونسيديوم بلانيلابري).

التبادل أو أعجوبة التطوّر المشترك

في سير التطوّر، تطوّرت العلاقة بين النباتات والحشرات إلى شراكة وثيقة جدًّا. والواقع، أن تحالفهما أصبح مهمًّا جدًّا بالنسبة إلى كليهما بحيث إنه ليس النباتات وحدها هي التي تكيّفت مع حاجات الحشرة، بل الحشرات أيضًا تكيّفت مع أزهارها. وكان من المرجح أن هذا التطوّر المشترك بين الحشرات والنباتات هو العامل الأكثر تأثيرًا في نشأة كاسيات البذور وتنوّعها.

يكون أحيانًا هذا التكيّف المتبادل بين الأزهار والحشرات واضحًا جدًّا بحيث إن داروين تمكّن من توقّع ملقّح السحلبية مدغشقر المذنّبية/سحلبية داروين (أنغريكوم سيسكيبدالي) من غير أن يراه. عندما شاهد الدابرة الفارغة الضخمة (يتراوح طولها ما بين 30 و 35 سم) المغروزة في الجانب الخلفي من الزهرة، افترض أنه لا بد من وجود حشرة لديها لسان طويل بما فيه الكفاية لبلوغ الرحيق في نهاية الدابرة، وهي من المرجح فراشة ليلية. ولكن لم يُثبت أنه على حق في افتراضه هذا إلاّ بعد موته بعدّة عقود: في بداية القرن العشرين، تم الإمساك في مدغشقر بفراشة هَوليّة عملاقة لها لسان يزيد طوله على 22 سم. مُنح هذا الحيوان الذي تملّص طويلاً من العلماء الاسم اللاتيني زَنثوبان مورغاني بريديكتا (بريديكتا تعني الذي جرى التنبّؤ به). وعلى الرغم من أن هذه الفراشة الهَولية قد سبق أن سُمّيت ووُصفت عام 1903، فإن الإثبات النهائي على أنها الحشرة الملقّحة لسحلبية مدغشقر المذنّبية/سحلبية داروين لم يُقدَّم إلاّ بعد 130 سنة على تنبّؤ شارلز داروين الدالّ على بصيرته النافذة. عام 1992، ذهب عالم الحيوان الألماني لوتز فاسرتال في بعثة استكشافية إلى مدغشقر للبحث عن الفراشة الهَولية في موطنها الطبيعي. وتكلّلت الرحلة بالنجاح: عاد فاسرتال بصورة فوتوغرافية مثيرة تقدّم إثباتًا لا يمكن نقضه على أن «كزانتوبان مورغاني برادوكتا» هي فعلاً ملقّحة انغريكوم سيسكيبدالي. يبقى السؤال عن سبب تطوير هذه الفراشة الهَولية مثل هذه الأجزاء الفموية الطويلة بشكل غير معقول. ويكمن الجواب في الاستراتيجية التي تنتهجها هذه الحشرة لتقتات. يقتات غالبية الفراشات الهَولية بينما ترفرف أمام الأزهار. يرى فاسرتال أن الاستطالة المفرطة لخرطوم الحشرة والرفرفة هما تكيّفان لحماية الحشرة من أي كمين قد تنصبها لها الحيوانات الضارية مثل العناكب الصيّادة المختبئة في الأزهار أو وراءها. وحدها الفراشات الهَولية المزوّدة بدوابر طويلة جدًّا تستطيع البقاء بعيدًا من متناول العناكب الصيّادة. ويتمثّل السيناريو التطوّري المرجّح في أن الفراشات الهَولية قد طوّرت أجزاءها الفموية

الصفحة المقابلة: أوفريس سفيغودس (سحلبيّات)- أوفريس دبّوري؛ جُمع في المملكة المتحدة- بذور يُظهر غلافها غير الملتصق الشبيه بالكيس نمط قرص العسل النموذجي للبذور المنطادية المنتشرة بوساطة الريح؛ يبلغ طول البذرة 0.6 مم.

أدناه:أوفريس أبيفيرا (سحلبيّات) – أوفريس نحلي؛ موطنه الأصلي وسط أوروبا وجنوبها (بما في ذلك بريطانيا) وشمال أفريقيا– زهرة؛ تحاكي رائحة زهرة الأوفريس النحلي ومظهرها أنثى النحل، ما يجعلها تجتذب على نحو لا يقاوَم ذكور النحل الباحثة عن شريكات. عندما يحاول ذكر النحل التزاوج مع الزهرة، تُحمَّل الحشرة من دون أن تدري بحبوب اللقاح الدبقة. وعندما تنطلي الخدعة نفسها مجدّدًا على النحلة المرتبكة على سحلبية أخرى من النوع نفسه، تنقل حبوب اللقاح إلى سمة الزهرة الجديدة وتسهّل التلقيح.



الشديدة الطول كآلية دفاع. ومن ثمّ كيّفت الأزهار شكلها لاستخدام الفراشة الهَولية السابقة التكيّف على نحو مناسب كملقّحة لها.

بوجود خدمة بريد خاصة، يستطيع النوع النباتي الحؤؤل دون حدوث تهجين غير مرغوب فيه مع أنسبائه القريبين. وقد سمحت هذه الآلية الفاعلة في العزل الجيني لعدد كبير من الأنواع بالتطوّر في غضون فترة قصيرة نسبيًّا من الوقت، حتى وإن كانت تنمو قرب أنسبائها من الدرجتين الأولى والثانية. وفضلاً عن ذلك، فإن الملقّح المتخصّص بزهرة معيّنة يقطع مسافات طويلة بين زهرتين من النوع نفسه. ويسمح ذلك لجماعات النباتات الكاسية البذور أن تكون أكثر تنوّعًا، ما يعني أنها تضم عددًا أكبر من الأنواع، لكن عددًا أقل من النبتات من كل نوع في مكان معيّن. تقدّم السحلبيّات مجدّدًا الإثبات الأفضل على فاعلية هذه الاستراتيجية. فأزهار السحلبيّات هي الأكثر تعقيدًا وتطوّرًا في كاسيات البذور، ونظرًا إلى أنها تضم أكثر من 18500 نوع، فإنها تشكّل أكبرَ مجموعة من النباتات المزهرة وأنجحها على سطح الأرض. وتسمح آلية التلقيح الشديدة الانتقائية التي تتبعها بنمو أكثر من 750 نوعًا مختلفًا من السحلبيّات على جبل واحد مثل جبل كينابالو في بورنيو.



هناك دائمًا بعض الرجعيين

مثلما يحدث في كل المجتمعات، هناك نباتات رجعية بين كاسيات البذور لم تشترك قط في المنافسة الجمالية بين الأزهار أو أنها انسحبت وعادت مجدّدًا إلى التلقيح بوساطة الريح. لم تحدث هذه المقاومة أو هذا الارتداد إلى الأصل لأن النباتات وجدت المنافسة على اهتمام الحيوانات مجهدة جدًّا، لكنها حدثت، مثلما يحدث غالبًا في سياق التطوّر، لأسباب اقتصادية. تنمو كاسيات البذور الملقّحة بوساطة الريح بشكل رئيسي في الأماكن حيث لا يوجد الكثير من الحيوانات الملقِّحة ولكن التي تعصف بها الريح. والواقع، وأنه على الرغم من الاستثمار الكبير في إنتاج كميات ضخمة من اللقاح، يكون التلقيح الريحي فاعلاً نسبة لكلفته في الجماعات النباتية حيث تشيع النباتات الملقّحة بوساطة الريح وينمو بعضها قرب بعض. من الأمثلة الجيدة على ذلك، نذكر الغابات الصنوبرية في منطقة القطب الشمالي والمناطق العشبية في أفريقيا ولكن أيضًا بعض الغابات العريضة الورق من كاسيات البذور في المناطق المعتدلة. وتشكّل الأشجار المعبلة مثل جار الماء والبتولا والزان والبلّوط والكستنة والبندق وجميع الأعشاب أمثلة جيّدة لكاسيات البذور التي ارتدّت إلى التلقيح بوساطة الريح. أزهار هذه النباتات صغيرة وغير لافتة (تشكّل البتلات الكبيرة عائقًا للانتشار) وتطرح في الربيع كميات ضخمة من اللقاح في الهواء - ويشهد بذلك أي شخص يعاني من حمّى الكلأ.

لا يمكن للأمور إلاّ أن تتحسّن

حتى الآن، تتمحور معظم الميزات التقدّمية الأكثر بروزًا في كاسيات البذور (أخبية تحمل سمة، أزهار ثنائية الجنس) حول البويضات والبذور. وبوجود هذا القدر من الميزات المهمة المستحدثة



الصفحة المقابلة: أنغريكوم سِسكويبدالي (سحلبيّات)- سحلبية مدغشقر المذنّبية/سحلبية داروين- تُظهر البذرة المنطادية المنتشرة بوساطة الريح نمط قرص عسل مسطّح وممتدّ في الطول.

أعلاه: تلقيح سحلبيّة مدغشقر المذنّبية/سحلبية داروين (أنغريكوم سِسكويبدالي) من قبل الفراشة الهَولية العملاقة (زانثوبان مورغاني برياديكتا)، الحشرة الوحيدة التي لها لسان طويل بما فيه الكفاية لبلوغ الرحيق في نهاية الدابرة الطويلة الضخمة (30-35سم(.



وميل قوي باتجاه تحسين الأعضاء التناسلية، من الصعب التصديق أن كاسيات البذور احتفظت بالممارسات الجنسية نفسها التي تتبعها عاريات البذور. ولكن كيف يمكنها أن تحسّن ذلك العضو المتطوّر المدهش الذي تشكّله البذرة؟ نحصل على الجواب بإلقاء نظرة أقرب إلى حياة كاسيات البذور الجنسية.

الحياة الجنسية المذهلة لكاسيات البذور

لو أن كاما سوترا كُتبت للنبات، لكانت كاسيات البذور قدّمت المثال الأكثر روعة «لممارسة الحب النباتية». إن طريقتها في التوالد الجنسي شديدة التعقيد بحيث إن العلماء لا يزالون حتى اليوم لا يفهمون كليًّا لماذا تقوم بذلك بالطريقة التي تعتمدها.

حماية الغلاف المزدوج

لا يعرف العلماء تمامًا متى حدث ذلك أو كيف أو لماذا، لكنّ كاسيات البذور غطّت جُويزتها بغشاء ثانٍ. ونجد مثل هذه البويضات الثنائية الغشاء، بغشاء داخلي وآخر خارجي، في بعض عاريات البذور أيضًا، التي تكون عادةً أحادية الغشاء. إيفدرا وفلفيتشيا هما النباتان العاريا البذور اللذان يحملان بويضات ثنائية الغشاء؛ ويحمل النبات الثالث في الجنتويّات، وهو جنتوم نفسه، بويضات تتألّف من حافظة أبواغ كبيرة تحيط بها ما يعدّه بعضهم ثلاثة أغشية. ولجعل الأمور أكثر تعقيدًا، يحمل عدد كبير من كاسيات البذور، ولا سيّما الأكثر تقدّمًا منها، بويضات لها غشاء واحد فقط. غير أن بويضاتها الأحادية الغشاء ناجمة عن بويضات ثنائية الغشاء، وذلك إمّا بإعاقة نمو أحد الغشاءين أو بدمج الغشاءين معًا.

مهما يكن عدد الأغشية التي تحيط بالبويضة، ينبغي أن يكون هناك ممرّ إلى الخلية الأنثى. في البويضات الثنائية الغشاء، لكل غشاء فتحته البُويبية الخاصة. تُدعى الفتحة في الغشاء الخارجي الثُغير الخارجي؛ والفتحة في الغشاء الداخلي الثُغير الداخلي. ويشكّل الثغير الخارجي والثغير الداخلي معًا البُويب/النفير في البويضات الثنائية الغشاء. وتُدعى المنطقة من البويضة المقابلة للبُويب الدرز/السرّة الداخلية، وهي كلمة طوبوغرافية لا تشير إلى عضو محدّد؛ تشير هذه الكلمة إلى المنطقة الواقعة عند قاعدة البويضة حيث تلتقي الأغشية مع الجويزة.

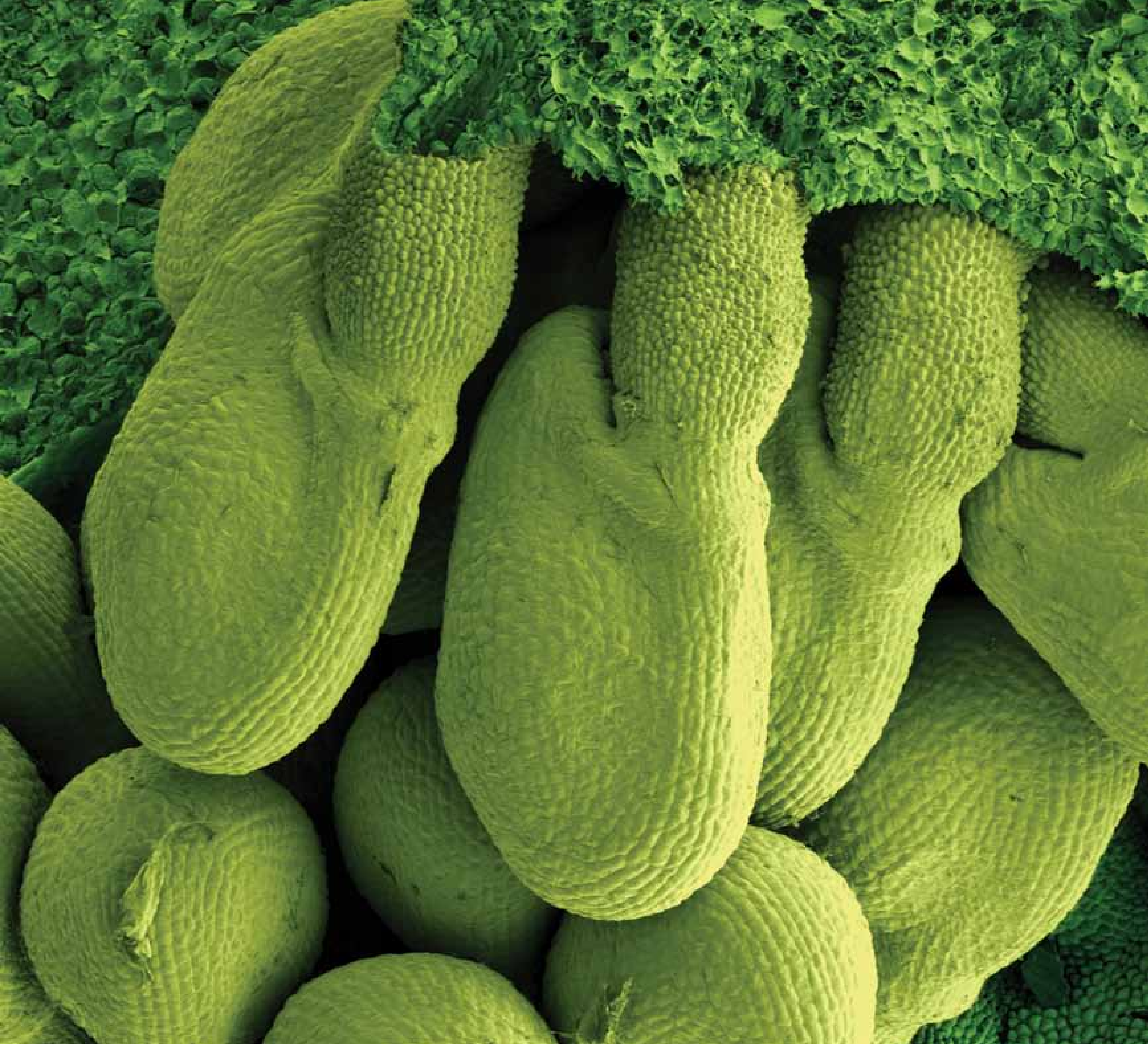
الحبل السرّي والسرّة

الدرز/السرّة الداخلية هو أيضًا المكان حيث تنتهي عادةً الأوعية التي تمدّ البويضة بالغذاء. على غرار الجنين في الرحم، تتعلّق البذور بمشيمة في المبيض بوساطة حبل سرّي. وعندما تترك البذور الثمرة، ينفصل الحبل السرّي، الذي يُدعى السُّرّ (فونيكولوس) في النبات، عن البذرة ويخلّف ندبة. ونجد هذه الندبة، المرادفة بشكل أساسي لسرّة الإنسان، في البذور كافة، وتُدعى النَّقير (هيلوم) . ويكون النقير عادةً صغيرًا وأحيانًا شبه لا مرئي. ولكن في عدد كبير من البذور

في الصفحة المقابلة: سيتاريا فيريديس (نجيليّات)- ذيل الثعلب الأخضر؛ موطنه الأصلي على الأرجح ميكرونيزيا ولكننا نجده في جميع أنحاء المناطق الاستوائية- ثمرة (كاريوبسيس) لا زالت تحمل الحرشفة الزهرية (باليا) والقُنابة السفلية (ليمّا) ؛ بطول حوالى 1.8 مم.

أدناه: سيتاريا فيريديس (نجيليّات)- ذيل الثعلب الأخضر؛ نباتات في فترة الإثمار.





يكون النقير كبيرًا ويشكّل سمة مميِّزة بارزة للبذرة (مثلما نجد في الصبّار وقسطل الحصان وبعض البقوليّات).

رأسًا على عقب

مقارنةً بكاسيات البذور، تُعد بويضات عاريات البذور بسيطة نسبيًّا: لها محور طولاني مستقيم وتتطابق نقطة تعلّقها بالنبتة الأم مع الدرز/السرّة الداخلية. تقبع هذه البويضات داخل أخبية ويتجه البُويب فيها بعيدًا من حافة الخباء، وهي المنطقة التي تدخل منها أنابيب اللقاح حجرةَ البويضة. هكذا، اضطرّ أنبوب اللقاح في كاسيات البذور للنموّ لمسافة معيّنة خارج النسيج الناقل في الخباء قبل بلوغ البُويب. ومن أجل حلّ هذه المشكلة، قلبت كاسيات البذور بويضاتها رأسًا على عقب بحيث يكون البُويب في مكان أقرب إلى حافة الخباء. تميّز هذه البويضات المقلوبة/المنعكسة كاسيات البذور من عاريات البذور، التي لا تحمل سوى بويضات «غير مقلوبة».

يقع النقير والبُويب في الطرفين المتقابلين من البذرة غير المقلوبة، لكنّهما يقعان الواحد قرب الآخر في البذرة المقلوبة. ومن المؤشّرات الأخرى على انقلاب البذرة وجود بنية شبيهة بالدرز تُدعى خط التلاحم. في غلاف البذرة الناضج، كثيرًا ما يبدو خط التلاحم كضلع طولاني بلون أغمق أو أفتح، أو كثلم يمتد بين طرفي البذرة المتقابلين. وكان يُعتقد في البداية أن خط التلاحم هو جزء من السرّ التحمَ بالغشاء بعد انقلابه. صحيح أن خط التلاحم مكوَّن من السرّ لكنه ليس في الواقع نتيجة التحام الأنسجة، بل إنه ينمو من امتداد للسرّ عند النقطة التي يتّصل فيها بدرز البويضة اليانعة. وعبر نمو السرّ المقحَم هذا تدور الجُويزة 180 درجة ويصبح البويب قرب النقير المستقبلي.

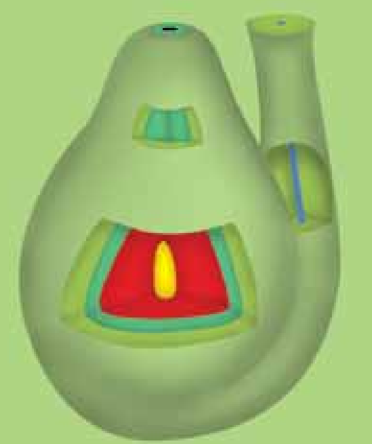
نجد البويضة المقلوبة في 80 في المئة من الفصائل كافة، ما يجعلها نوع البويضات الأكثر شيوعًا في كاسيات البذور. وهناك بضعة استثناءات فقط في عشرين فصيلة تقريبًا ارتدّت إلى البويضات غير المقلوبة. هذه حالة الفصائل حيث لا يحتوي المبيض إلاّ على بويضة واحدة منتصبة يواجه بُويبها النسيج الناقل أو حتى يلامسه (مثلاً الجوزيّات والفلفليّات والبطباطيّات والشمعيّات والقُرّاصيّات)، ما يجعل من غير الضروري إدارة البويضة.

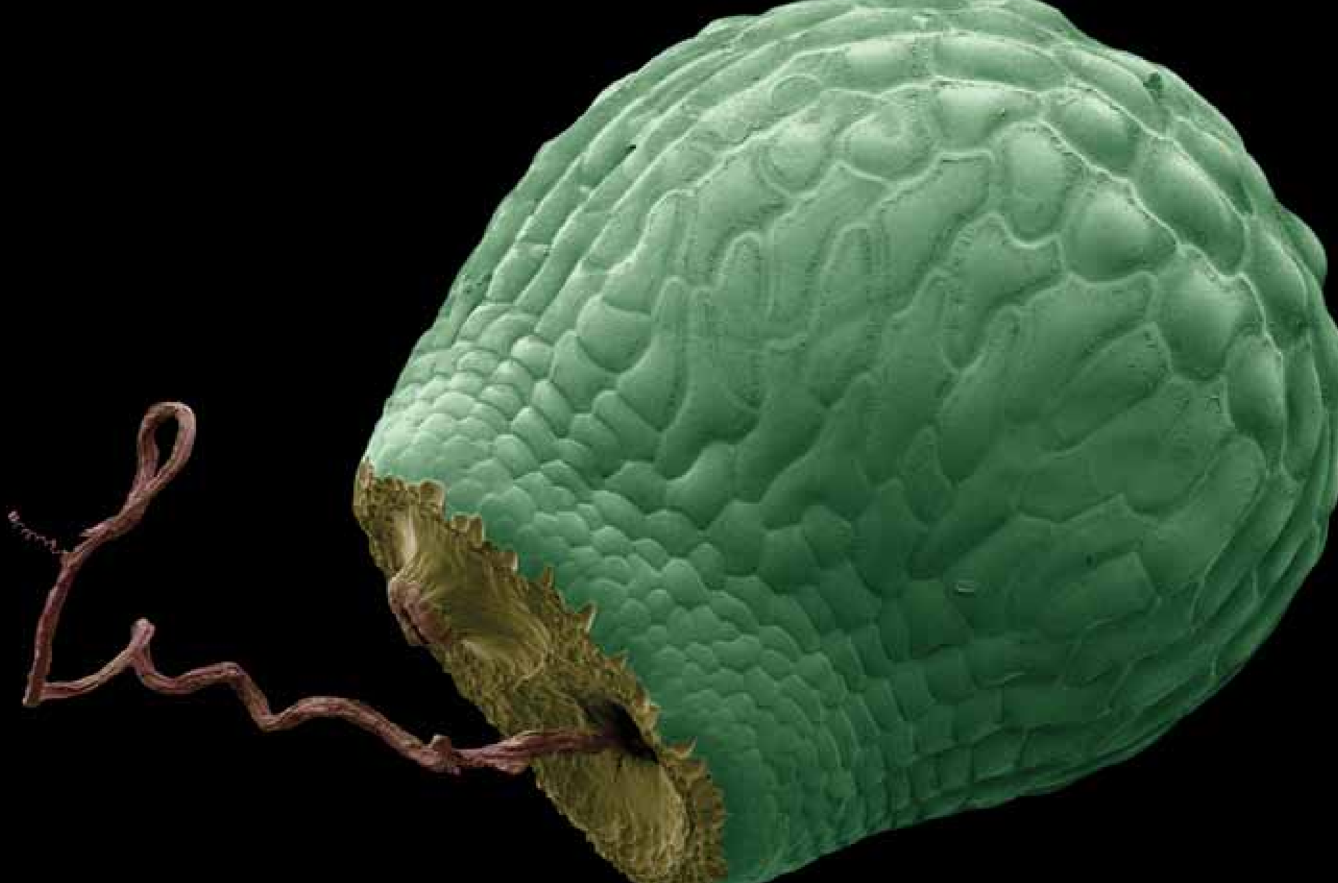
بلوغ مبكر

إن الأحداث التي تجري في جُويزة كاسيات البذور هي في الأساس مماثلة لما يجري في عاريات البذور. ضمن نسيج الجُويزة، تخضع خلية واحدة، هي بوغ كبير يشكّل الخلية الأم، لانقسام منصِّف ينتج أربعة أبواغ أحادية الصبغيّات، تموت عادةً ثلاثة منها (الخلايا الأقرب إلى البُويب) (10). ويُسمّى البوغ الكبير الباقي على قيد الحياة البوغ الكبير العامل.

الصفحة المقابلة: باسيفلورا سيروليا (آلاميّات)- زهرة الآلام الزرقاء؛ موطنها الأصلي أميركا الجنوبية (من البرازيل إلى الأرجنتين)- بويضات ناضجة معلّقة من سرّ قصير، مع توجّه البُويب إلى جدار الثمرة (المشيمة)؛ يبلغ طول البويضة الواحدة (من دون سرّ) 0.5 مم.

أدناه: رسم بياني لبويضة نموذجية من كاسيات البذور- أخضر فاتح: غشاء خارجي؛ أخضر غامق: غشاء داخلي؛ أصفر: كيس الجنين؛ حُدِّد البُويب كبقعة سوداء عند القمّة؛ تمثّل البنية الأنبوبية إلى اليسار السرّ (اقتُطع منه جزء لإظهار الحزمة الوعائية المركزية).





ميلوكاكتوس زنتنيري (صبّاريّات) صبّار عمائمي؛ موطنه الأصلي البرازيل- بزرة تحمل نقيرًا كبيرًا (باللون البنّي) يغطّي البويب (امتداد قمعي الشكل له حافة حمراء) ولا تزال معلّقة بها الحزمة الوعائية المركزية الطويلة من السرّ؛ تنتج البزرة عن ثمرة عنبية وتنتشر بواسطة الحيوانات التي تأكلها، وهي لا تظهر أي تكيّفات واضحة على طريقة معيّنة من الانتشار عدا سطحها الأملس الذي يضمن مرورها بسهولة في الأمعاء؛ بزرة بطول 1.2 مم.

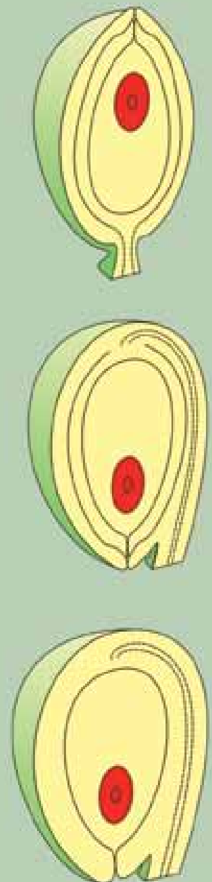
ولكن من تلك المرحلة فصاعدًا، يصبح كل شيء مختلفًا في كاسيات البذور، والأهم من ذلك يصبح أسرع بكثير. وبدلاً من إنتاج نابت مشيجي أنثى يتكون من آلاف الخلايا وحاملة بويضة واحدة أو أكثر، يصبح النابت المشيجي الكبير في كاسيات البذور أكثر بساطة. وبعد خضوع نواتها لثلاثة انقسامات صحيحة (عادية)، يُنشىء البوغ الكبير العامل ثماني نوى حرّة أحادية الصبغيّات، تنتظم في مجموعتين من أربع نوى عند كل من قطبيّ البوغ الكبير. في المرحلة التالية، تهاجر نواة واحدة من كل مجموعة إلى الوسط. وبما أن هاتين النواتين تأتيان من القطبين المتقابلين، فإنهما تُسمّيان بحق النواتين القطبيّتين. وبعد تشكّل جدران الخلايا، يتألّف النابت المشيجي الناضج نموذجيًّا من ثماني نوى موزّعة في سبع خلايا فقط، تعمل إحداها كخليّة أنثى (بويضة) (11). تنتظم هذه الخلايا السبع للنابت المشيجي الكبير، المعروف أيضًا في كاسيات البذور بكيس الجنين، في نمط خاص: تشكّل ثلاث خلايا صغيرة عند الطرف البُويبي جهاز البيض، الذي يتألّف من البويضة ورادفتين مرافقتين. تواجه هذه الخلايا الثلاث في جهاز البيض مجموعة أخرى من ثلاث خلايا معاكسة في الطرف المقابل من كيس الجنين. وأخيرًا، بين جهاز البيض والخلايا المعاكسة، هناك خلية مركزية كبيرة تحتوي على النواتين القطبيّتين. وعندما يبلغ النابت المشيجي الأنثى هذه المرحلة، يكون قد أصبح مستعدًّا للتلقيح.

يشكّل التصغير المتدرّج للنوابت المشيجية الأنثى (والذكرية) الذي نراه في النباتات البذرية مثلاً لافتًا لظاهرة متكرّرة في تطوّر كل من النباتات والحيوانات تُدعى بروجِنيسيس. وهو التعبير العلمي لشيء مماثل جدًّا لـ «البلوغ المبكر» وتشير إلى كائن حي يبلغ النضج الجنسي بينما لا يزال يافعًا. يعطي بعض البرمائيّات والحشرات مثلاً جيّدًا على هذه الظاهرة.

عندما يتعلّق الأمر بالجنس، تريد كاسيات البذور كل شيء

إن تطوّر النابت المشيجي الكبير ذي الخلايا السبع والنوى الثمان هو أمر جديد وجذري، لكنّه مجرّد مقدّمة لفعل توالدي جنسي شديد التعقيد. بدايةً، لا تملك عاريات البذور أي شيء يمكن مقارنته بالخلايا المعاكسة والنواتين القطبيّتين التي نجدها في كاسيات البذور. ليس للخلايا المعاكسة عادةً أي وظيفة وسرعان ما تنحط وتفسد، لكنّ النواتين القطبيّتين تضطلعان بدور فريد: تنضمّان إلى اتحاد الذكر والأنثى. ولكن بأي طريقة يُسمح لهما بالانضمام إلى هذه المسألة الشديدة الخصوصية؟ ولماذا؟

من ناحية الذكَر، يبدأ البوغ الصغير كخلية واحدة. وسرعان ما يخضع البوغ الصغير اليافع لانقسام صحيح «ميتوسيس» داخل حبة اللقاح، ما يؤدّي إلى تشكيل خلية خُضرية وخلية مولِّدة. وحتى قبل إطلاق حبوب اللقاح من أكياس اللقاح، فإن الخلية المولِّدة في كثير من الأحيان تنقسم انقسامًا صحيحًا لإنتاج النواتين النطفيّتين (الذكريّتين). هاتان النواتان النطفيّتان هما مشيجان ليس لهما سوى مقدار قليل من الحشوة «سيتوبلازم» حول النواة ولا تحملان أي سياط. وعندما تبلغ حبة اللقاح سمة زهرة معيّنة، تنتش بأنبوب لقاح. توجّه نواة الخلية الخضرية نمو أنبوب اللقاح، الذي يدخل السمة ويخترق قلم السمة قبل أن يدخل أخيرًا جوف المبيض وفي النهاية بُويب البويضة.



مقاطع طولية للأنواع الأساسية لبويضات كاسيات البذور مع كيس الجنين بالأحمر: (أ) بويضة غير مقلوبة بغشاءين (ثنائية الغشاء)؛ النقير والبُويب متقابلان؛ أي لا يوجد أي خط التحام؛ (ب) بويضة منقلبة بغشاءين؛ النقير والبُويب قريبان الواحد من الآخر؛ يمتد خط الالتحام الطويل على طول الجانب الأيسر من البويضة؛ (ج) بويضة مقلوبة بغشاء واحد (أحادية الغشاء).

عند دخول أنبوب اللقاح البُويب، يطلق النواتين النطفيّتين في الرادفتين إلى جانب البويضة. وقبل هذا الحدث بوقت قصير، تلتحم الخليّتان القطبيّتان الأحاديّتا الصبغيّات في الخلية المركزية لتشكيل نواة واحدة ثنائية الصبغيّات ارتحلت إلى موقع قريب من جهاز البيض. وما يحدث بعد ذلك هو أمر فريد في مملكة النبات.

ملقّحة مرّة واحدة، مُخصَبة مرّتين

في حين أن عاريات البذور القديمة الطراز لا تستخدم سوى نواة واحدة من النواتين النطفيّتين لإخصاب البويضة وتترك النواة الأخرى إما تذهب هدرًا أو تُخصب حاملة بويضة مجاورة، تستخدم كاسيات البذور كلتا النواتين لتحقيق إخصاب مزدوج مدهش: تدخل إحدى النواتين النطفيّتين البويضة كالمعتاد، في حين أن الأخرى تنزل وتدخل الخلية المركزية حيث تلتقي النواة الثنائية الصبغيّات (المشكّلة من النواتين القطبيّتين) التي تكون بالانتظار في مكان قريب. ومن ثم، وتمامًا بالطريقة نفسها التي تتحد بها النواة النطفية الأحادية الصبغيّات الأولى بالنواة الأحادية الصبغيّات للبويضة من أجل تشكيل النواة الثنائية الصبغيّات للاقحة «زيغوت»، تتحد أيضًا النواة النطفية الأحادية الصبغيّات الثانية بالنواة الثنائية الصبغيّات للخلَية المركزية من أجل تشكيل نواة ثلاثية الصبغيّات. فقط عندما ينجح هذا الإخصاب المزدوج، تعطي اللاقحة جنينًا وتبدأ البويضة بالنمو لتتحوّل إلى بذرة. قبل أن نلقي نظرة أقرب إلى نمو الجنين، ينبغي لنا أن نتحرّى مصير الخلية المركزية الثلاثية الصبغيات الشديدة الغموض.

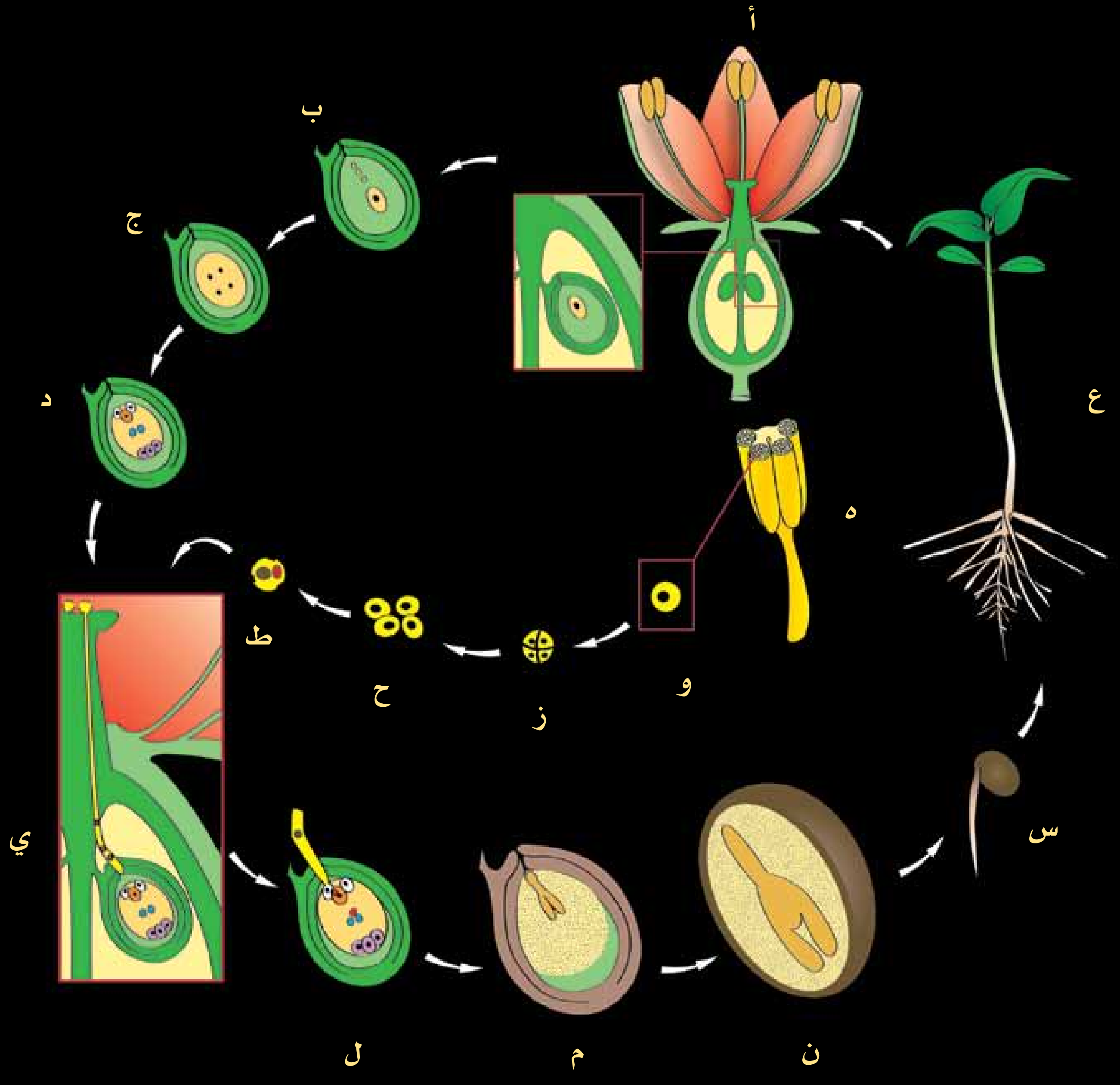
الزوّادة الثلاثية الصبغيات عند كاسيات البذور

قبل أن تنتج اللاقحة جنينًا يمكن تمييزه، تنمو الخلية المركزية الثلاثية الصبغيّات لتصبح نسيجًا يشكّل المكوّن المعرّف ببذرة كاسيات البذور، وهي السويداء(12). تغلّف السويداء الجنين المتنامي وتغذّيه خلال نموّه. ومع نضج البذرة ينمو الجنين إلى عمق متزايد داخل السويداء. وما لم يستهلكه الجنين إلى حين نضج البذرة يبقى في البذرة ويُستخدم كمخزون غذائي للنابت البوغي اليافع خلال الإنتاش. ونظرًا إلى أن السويداء هي المكوّن الرئيسي للحبوب (قمح...)، فهي السبب الذي يسمح للأرزّ والقمح والذرة والشوفان والدُّخن بأن تشكّل الطعام الرئيسي لبلايين الناس حول العالم. إن النسيج الخازن هذا، الناجم عن البذرة الثلاثية الصبغيات، هو الذي يميّز كاسيات البذور أكثر من أي شيء آخر. ولكن، لمَ ينشأ من إخصاب ثانٍ عندما لا ينتج الجنين؟

هل السويداء توأم قرباني؟

في عام 1898 – 99، اكتشف عالم الأحياء الروسي سرجي غفريلوفيتش نفاشين (1857 – 1930) وعالم النبات الفرنسي جان لوي ليون غينيار (1852 – 1928)– كل من ناحيته– الأصل النشوئي للسويداء من الإخصاب المزدوج. ولكن منذ ذلك التاريخ، فإن تطوّر الأحداث المحدّدة التي أدّت إلى تشكيل سويداء ثلاثية الصبغيّات ظلّ لغزًا.

دورة حياة النبات الكاسي البذور– باتجاه دوران عقارب الساعة، من الأعلى: (أ)مقطع طولي لزهرة وتفاصيل بويضة تُظهر الجُويزة (أخضر زاه) مع خلية البوغ الكبير الأم (الأصفر) داخلها؛ (ب) بعد الانقسام المنصِّف تشكّل خلية البوغ الكبير الأم مجموعة خطية من أربعة أبواغ كبيرة يبقى منها بوغ واحد فقط على قيد الحياة، هو البوغ الكبير العامل؛ (ج) البوغ الكبير بعد انقسامين منصِّفين، ويحتوي على أربع نوى؛ (د) نابت مشيجي كبير ناضج (كيس الجنين) مؤلّف من ثماني نوى موزَّعة في سبع خلايا منظّمة كالتالي: ثلاث خلايا عند البُويب تشكّل جهاز البيض المؤلّف من الخلية الأنثى/البويضة (البرتقالي) ورافدتين (أبيض)؛ ثلاث خلايا معاكسة (أرجواني) في الطرف المقابل؛ خلية مركزية كبيرة واحدة مع نواتين قطبيّتين (أزرق)؛ (هـ) مقطع عرضي للمئبر يُظهر حافظات الأبواغ الصغيرة الأربع (أكياس اللقاح) التي تحتوي على خلايا الأبواغ الصغيرة الأم؛ (و)– (ي) تخضع خلية البوغ الصغير الأم للانقسام المنصِّف لتشكيل أربع حبوب لقاح، تحتوي كل منها نواة خضرية (بنّي) وخلية مولّدة (أحمر)؛ (ك) أنبوب لقاح يبلغ البويضة في المبيض عبر بُويبها؛ في هذه الأثناء، تخضع النواة المولِّدة لانقسام منصِّف لتشكيل النواتين النطفيّتين (أحمر)؛ (ل) يطلق أنبوب اللقاح النواتين النطفيّتين (أحمر) في إحدى الرافدتين (أبيض)؛ تدخل نواة نطفية واحدة البويضة (برتقالي)، وتنضم الأخرى إلى النواتين القطبيّتين (أزرق) في الخلية المركزية؛ (م) بذرة متنامية مع الجنين (برتقالي) والسويداء (منقّطة) وبقايا الجُويزة (أخضر زاهٍ)؛(ن) بذرة ناضجة ؛ (س) بذرة منتشة؛ (ع) بادرة.



أ
ب
ج
د
ه
و
ز
ح
ط
ي
ل
م
ن
س
ع



أظهرت الأبحاث مؤخّرًا أن أفراد الجنتويات العارية البذور- التي يعتقد بعضهم أنها من أقرب النسيبات الحية إلى كاسيات البذور- تخضع أيضًا لعملية الإخصاب المزدوج. ولكن في الجنتويّات، لا يؤدّي الإخصاب المزدوج إلى تكوين لاقحة وسويداء ولكن- كما يمكن أن نتوقّع- إلى لاقحتين ثنائيّتي الصبغيّات. وتقول إحدى النظريّات إنه في سليفات كاسيات البذور المنقرضة منذ زمن بعيد، أنتج ثاني حدث إخصاب جنينًا توأمًا مماثلاً من الناحية الجينية، ولكن عندما تفرّع منها نسل كاسيات البذور، تطوّر هذا الجنين التوأم إلى بنية مغذّية للجنين، وهي السويداء.

ومع ذلك، فلا يزال من غير المثبت أن الجنتويات هي النسيبات الحية الأقرب إلى كاسيات البذور. وتشير أدلة ظهرت مؤخّرًا إلى أنه قد تكون أقرب إلى الصنوبريّات. وبالتالي فقد لا يكون لطريقتها في التوالد الجنسي أي أهمية مباشرة في فهم كيفية تطوّر الإخصاب المزدوج في كاسيات البذور. ومن غير المؤكّد ما إذا كان العلماء سيتمكنون من حلّ هذا اللغز في يوم من الأيّام. ونظرًا إلى أن السجل الأحفوري غير كامل، فإن كاسيات البذور تبدو وكأنها ظهرت فجأة وبتنوّع هائل في تاريخ الأرض ولكن من غير سليفات واضحة. وهكذا، يبقى الأصل النشوئي لكاسيات البذور- أبرز المسائل التي تبقى من دون حل في البيولوجيا النشوئية النباتية- «اللغز البغيض» بحسب داروين منذ أكثر من مئة عام.

حسنات الإخصاب المزدوج

مثلما أن الأصل النشوئي للسويداء يظل لغزًا، فإن حسنات الإخصاب المزدوج ليست واضحة تمامًا. وعبر الدمج بين الجينات الموروثة من الأم والجينات الموروثة من الأب، يصبح نسيج السويداء مماثلاً من الناحية الجينية للجنين. ويمكن لذلك أن يعزّز نمو الجنين عبر خفض خطر اللاتوافقات بين النبتة الأم والنبتة الوليدة. وهذا أيضًا ممكن في عاريات البذور، حيث النسيج الذي يحيط بالجنين (النابت المشيجي الكبير الأحادي الصبغيّات) موروث بالكامل من الأم.

يبدو تطوّر السويداء تحسّنًا من الناحية الاقتصادية أيضًا. فعلى الرغم من أن عاريات البذور مثل الجنكيّات والسيكاسيّات والصنوبريّات يمكن أن تفخر ببذورها، فإن الطريقة التي «تصنعها» بها ليست فاعلة جدًّا. إذ إن حياتها الجنسية البدائية تجبرها على إنتاج نسيجها الخازن (النابت المشيجي الكبير الضخم) مقدّمًا، قبل إخصاب البويضة. ولا تضع كاسيات البذور كل طاقتها في تكوين السويداء الغالية الغنية بالطاقة إلاّ بعد نجاح إخصاب البويضة. وإذا أخفق إخصاب الزهرة، فإن كاسيات البذور لا تهدر قدرًا كبيرًا من الطاقة والمواد الثمينة. إن صيانة الموارد والاقتصاد فيها هي دائمًا ميزة كبيرة تعطي الأفضلية في سباق التطوّر.

جنين كاسيات البذور

بعد الإخصاب، وأحيانًا قبله، تفسد الرافدتان والخليّتان المعاكستان في حين أن اللاقحة تبدأ بالانقسام المنصَّف. وفي كاسيات البذور كافة، يكون الانقسام الأوّل للاقحة غير متماثل. تنقسم اللاقحة بالعرض إلى خلية قاعدية كبيرة مواجهة للبُويب، وخلية قمّية صغيرة في الاتجاه المعاكس. ويحدّد هذا الانقسام الأوّل قطبيّة الجنين. تنمو الخلية القمّية لتكوين الجنين نفسه في حين أن

غلينوس لوتويدس (ملوجينيّات) – غلينوس؛ جُمع في بوركينا فاسو- بذرتان لا تزالان متّصلتين بجزء من غلاف الثمرة؛ تتألّف الزائدة البذرية اللحمية السرّية الغريبة (إيلايوسم) من فصّين جانبيين بينهما امتداد طويل شبيه بالذيل. ومن المرجح أن تكون وظيفة الزائدة البذرية تسهيل الانتشار بوساطة النمل، لكنها يمكن أن تساعد أيضًا على الانتشار الريحي؛ يبلغ طول البذرة 0.4 مم.

الخلية القاعدية الأكبر حجمًا تنتج معلاقًا شبيهًا بالعنق، مماثلاً للمعلاق الذي نجده في عاريات البذور. في الأصل، كان المعلاق مجرّد وسيلة لتثبيت الجنين عند البُويب ودفعه في عمق السويداء. ونعرف اليوم أن وظيفته أكثر تعقيدًا بكثير. فالمعلاق لا يغذّي النابت البوغي اليافع بالمغذّيات المنقولة من النبتة الأم فحسب، بل يتحكّم أيضًا بالمراحل الأولى من نمو الجنين عبر مدّ هذا الجنين بالهرمونات. وبخلاف الجنين، فإن للمعلاق حياة قصيرة جدًّا. وفي البذرة الناضجة، يكون قد زال منذ وقت بعيد وغالبًا من دون أن يترك أثرًا.

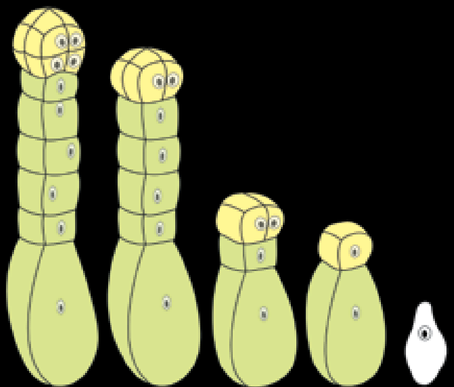
وحيدات الفلقة وذوات الفلقتين

في البداية، يكون الجنين نفسه مجرّد كتلة كروية من الخلايا لكنّه سرعان ما يبدأ بالتفرّق/التميّز إلى المحور الجنيني (سويقة جنينية تحت فلقية/سويق الجنين) يكون الجذر (الجُذير) في أحد طرفيه والأوراق الأولى من النابت البوغي اليافع، أي الأوراق البذرية أو الفلقات، في الطرف الآخر. ونظرًا إلى أن نمو الجنين يبدأ تحت البُويب مباشرة، فإن النقطة تحدد دائمًا برأس الجذير.

يملك جنين عاريات البذور عددًا من الفلقات يتراوح ما بين فلقة واحدة وأكثر من عشر فلقات، لكنّ جنين كاسيات البذور يملك إمّا فلقتين أو فلقة واحدة فقط. ولطالما استخدم علماء النبات هذا الفرق الواضح الملائم جدًّا لتوزيع كاسيات البذور في مجموعتين: ذوات الفلقتين التي تحمل ورقتين بذريتين ووحيدات الفلقة التي تحمل ورقة بذرية واحدة فقط. وهناك استثناءات قليلة جدًّا لهذه القاعدة حيث يتجاوز عدد الفلقات الفلقتين. فعلى سبيل المثال قد تنتج أحيانًا بعض النبتات من مغنوليا غرانديفلورا (مغنوليّات) ثلاث فلقات أو أكثر، في حين أن بعض الأنواع الأخرى تنتج بانتظام ثلاث فلقات (مثلاً دِجنيريا فيتينسيس ، دجنريّات) أو حتى ثماني فلقات (أنواع برسونيا، بروطيّات). وهناك أيضًا بعض ذوات الفلقتين حيث تكون الفلقتان متفاوتتين في الحجم (تفاوت الحجم). وفي الحالات القصوى، مثل العَرْطَنيثا الأوروبية (سيكلامِن أوروبيوم، ربيعيّات) والعائق/الدلفينيون (أنواع كوريداليس ، حوذانيّات) لا يُنشئ الجنين سوى فلقة واحدة فقط، في حين يُكبت نمو الفلقة الثانية. في ستربتوكاربوس وندلاندي (جسنيريّات) لا يُعبَّر التفاوت في حجم الفلقتين إلاّ بعد الإنتاش. وفي البذرة، تكون الفلقتان متماثلتين مورفولوجيًّا ولكن بعد الإنتاش مباشرةً تموت إحدى الفلقتين في حين أن الأخرى تبقى الورقة الوحيدة التي تنتجها النبتة، والتي يمكن أن يبلغ طولها حتى 70 سم أو أكثر. في ذوات فلقتين أخرى، تتحد الفلقتان معًا لتشكيل فلقة واحدة في الجنين الناضج. ونجد مثل ذوات الفلقتين هذه التي يمكن القول إنها «أحادية الفلقة كاذبة» في فصيلة الجزر (خيميّات) وفصيلة الحوذان (حوذانيّات). ومن الاستثناءات الأخرى نذكر أعضاء فصيلة اليام الوحيدة الفلقة (ديوسقوريّات) التي تحمل أحيانًا فلقتين (غير متماثلتين).

الصفحة المقابلة: كَستيلّيجا فلافيا (جعفيليّات) - كستيخا صفراء؛ جُمعت في ولاية أيداهو - الولايات المتحدة- بذرة منطادية تُظهر الشكل الأكثر تطرّفًا من نمط قرص العسل النموذجي الذي نجده في البذور المنطادية المنتشرة بوساطة الريح: ينحل كل من الجدارين التماسيين الخارجي والداخلي من خلايا غلاف البذرة فلا يبقى سوى القفص الكبير الحجم غير الملتصق تمامًا بالبذرة وبشكل قرص العسل، الناجم عن الجدران الشعاعية السميكة؛ يبلغ طول البذرة 1.52 مم.

أدناه: نمو جنين كاسيات البذور- من اليمين إلى اليسار: الانقسام الأول للاقحة هو انقسام غير متماثل، ينتج خلية قاعدية كبيرة وخلية قمّية صغيرة. ويحدّد هذا الانقسام الأوّل قطبية الجنين. تنمو الخلية القمّية (أصفر) لتكوين الجنين نفسه في حين أن الخلية القاعدية الأكبر حجمًا (أخضر) تنتج معلاقًا شبيهًا بالعنق.





وذوات الفلقتين هي المجموعة الأكبر، إذ يُقدَّر أنها تشمل نحو 261000 نوع موزّعة في أكثر من 443 فصيلة، مقارنةً بـ 53000 نوع في 91 فصيلة بالنسبة إلى وحيدات الفلقة. ولكن في ضوء التقدير الأخير لأنواع كاسيات البذور الـ 422000 كلّها في أنحاء العالم، يمكننا القول إن هذه الأرقام لا ترقى إطلاقًا إلى الأرقام الحقيقية. و من السهل عادةً التمييز بين وحيدات الفلقة وذوات الفلقتين، حتى من غير عدّ أوراق أجنّتها. فوحيدات الفلقة هي في معظمها من النباتات العشبية التي تحمل أوراقًا بسيطة تفتقر إلى تقسيم بين عنيق ونصل وتظهر تعرُّقًا متوازيًا. على سبيل المثال، تنتمي جميع الأعشاب والموز والخيزرانيّات والزنبقيّات والسحلبيّات والنخليّات إلى وحيدات الفلقة. وقد أظهرت الأبحاث مؤخّرًا أنه خلال تطوّر كاسيات البذور، تفرّعت وحيدات الفلقة كسلالة من ذوات الفلقتين البدائية. وفي مرحلة ما من تطوّرها لا بد من أنها فقدت إحدى فلقتيها.

تنوّع الجنين

في عدد كبير من كاسيات البذور البدائية، يكون الجنين وقتَ إطلاق البذرة من النبتة الأم صغيرًا جدًّا نسبة إلى حجم السويداء. ويصحّ هذا أيضًا في أعضاء فصيلة القشدة (قشديّات) وفصيلة البهشيّة (بهشيّات) وفصيلة البرباريس (برباريسيّات) وفصيلة المغنوليا (مغنوليّات) وفصيلة الخشخاش (خشخاشيّات) وفصيلة الحوذان (حوذانيّات) وفصيلة لحاء ونتر (ونتريّات). وقد تكون محاولة إيجاد الجنين في بذرة مغنوليا أو قشدة أميركية (أنونا كيريمولا) أو خشخاش أو حوذان أو شجرة لحاء ونتر (دريميس ونتري) أو جفرصونية مزدوجة الورق (جفرسونيا ديفيلا) مسألة شديدة الصعوبة وتبدو أشبه بالعمل للعمل من دون توقّع أي نتيجة. والأجنّة في هذه البذور بالغة الصغر إلى الحدّ المجهري ويكاد يكون من المستحيل تمييز الفلقات، كما أن حجم السويداء هائل مقارنةً بالجنين.

يمكن إيجاد مجموعة كاملة من الأجنّة من أشكال وأحجام مختلفة في النباتات البذرية، من الصغيرة المجهرية إلى الكبيرة التي تملأ البذرة كلّها. عام 1946، نشر ألكسندر س مارتن بحثًا بعنوان «المورفولوجيا الداخلية المقارَنة للبذور» استنادًا إلى تحقيق أجراه على بذور 1287 جنسًا نباتيًّا، من عاريات البذور وكاسيات البذور. وما اكتشفه مارتن هو أن البنية الداخلية للبذور تتغيّر تغيّرًا هائلاً فيما يتعلّق بحجم الجنين وشكله وموقعه. ويميّز نظام التصنيف الذي وضعه، والذي لا يزال يُستعمل اليوم على نطاق واسع، عشرة أنواع من الأجنّة المختلفة ونوعين من البذور البالغة الصغر. وتنقسم هذه الأنواع الـ 12 كلّها قسمين. ينحصر وجود الأجنّة من القسم المحيطي في النصف السفلي للبذرة أو تمتدّ على طول محيطها. وتنتمي في معظمها إلى وحيدات الفلقة. ونظرًا إلى أنها تخسر فلقة، فمن الممكن أن تتخذ أجنّتها غير المتماثلة أشكالاً غير معتادة مثل أقراص مسطّحة («النوع العريض») أو بنى شبيهة بالرأس («الأنوع الهامية»). كما أننا نجد أجنّة قرصية الشكل بالغة الصغر غير متميّزة إلى حد بعيد في نسيبات فصيلة النباتات العشبية (نجيليّات)

الصفحة المقابلة: آلوي تراكيتيكولا (بروقيّات)- بذرة جُمعت في مدغشقر- بادرة نموذجية لوحيدات الفلقة تُظهر الورقة الضيّقة الأولى بينما تبقى الفلقة الوحيدة داخل البذرة لإعادة امتصاص السويداء.

أدناه: «بلانتاغو ميديا (حمليّات)- لسان الحمل الوسيط؛ جُمعت في المملكة المتحدة- بادرة تُظهر الفلقتين المتقابلتين النموذجيّتين في ذوات الفلقتين.



مثل فصيلة الأريوكولون (أريوكولونيّات) وفصيلة الأسَل (أسَليّات) وفصيلة الرستيو (رستيونيّات) وفصيلة الزيرون (زيرونيّات). ونجد الأجنّة الهامية الأكثر ندرة في بضع فصائل فقط مثل فصيلة السُعادى (سُعديّات) وفصيلة اليام (ديوسقوريّات) وفصيلة العنكبوتية الوِرجينيّة (كُمّلينيّات). ويقتصر وجود الأجنّة من «النوع الجانبي»، التي لها شكل إسفين ملتصق بجانب السويداء، على فصيلة النباتات العشبية. يُسمّى النوع الرابع والأخير من الأجنّة في «القسم المحيطي» (على نحو مبالغ فيه نوعًا ما) «النوع المحيطي». ولا نجد هذا النوع إلاّ في رتبة واحدة فقط (الرتبة هي مرتبة تصنيفية فوق مستوى الفصيلة) من ذوات الفلقتين هي رتبة القرنفليّات، التي تشمل فصيلة الصبّار (صبّاريّات) وفصيلة القرنفل (قرنفليّات) وفصيلة اللكّيّة (لكّيّات) وفصيلة شبّ الليل البستاني (شَبّيّات) وفصيلة نبات الحجر (أيزونيّات) وفصيلة زهرة الحواشي (رجليّات) وفصيلة القَطيفة (قطيفيّات) وفصيلة عصا الراعي (بطباطيّات). هنا، يشغل الجنين موقعًا فريدًا إذ إنه يمتدّ على طول محيط البذرة بدلاً من اتباع محوره الطولاني عبر المركز. ويكمن سبب موقع الجنين على الحافة في الطبيعة الفريدة للنسيج الخازن البذري عند رتبة القرنفليّات. فالنسيج المركزي المحمّل بالنشاء الذي يلتف حوله الجنين لا يمثّل السويداء الثلاثية الصبغيّات، لكنّه ينشأ من الجُويزة الثنائية الصبغيّات. وعلى الرغم من ندرتها فإن في استطاعتنا إيجاد مثل هذه الجُويزة الخازنة، أو سويداء البذرة المحيطية، في نباتات أخرى من كاسيات البذور. يتألّف القسم الأكبر من داخل حبّة الفلفل العادية (بيبر نيغروم، فلفليّات) أو من بذرة النيلوفر (أنواع نيمفيا، نيلوفريّات) من سويداء البذرة. وفي بذور فصيلة الزنجبيل المعقّدة (زنجبيليّات) يتألّف النسيخ الخازن من مقدار كبير من كل من السويداء الداخلية والسويداء المحيطية.

في البذور التي تنتمي إلى «الانقسام المحوري» بحسب مارتن، يتبع الجنين المحور الطولي للبذرة عبر مركزها. أمّا الأجنّة من «النوع الخطّي» فهي أسطوانية ولا يزيد عرض فلقتها (فلقتيها) كثيرًا على محور الجنين. ونجد هذا الشكل غير المحدّد كثيرًا للجنين في عاريات البذور (صنوبريّات، سيكاسيّات، جنكيّات) وكاسيات البذور(وحيدات الفلقة وذوات الفلقتين على السواء). وتنحصر الأجنّة ذات الفلقات العريضة والمسطّحة («النوع المبسطي») أو المثنية («النوع المنثني»). تشكّل بذور الخروع المعروف (ريسينوس كومونيس، فَربيونيّات) مثلاً جيّدًا للنوع الأوّل وبذور القطن (غوسيبيوم هِرباسيوم، خبّازيّات) للنوع الأخير. ويقتصر نوعان آخران على ذوات الفلقتين: أجنّة مبسطيّة منطبقة كسكّين جيب (النوع المطوي) وأجنّة مبسطيّة مستقيمة حيث تتراكب الفلقات السميكة وتغلّف محور الجنين القصير(النوع المغلّف). ويمكننا إيجاد أمثلة لكلا النوعين في فصيلة البقوليّات (القرنيّات)، حيث تتميّز الفُصَيْلة الفولاوية (فولاويّات) «بالنوع المطوي» وتمتلك الفُصَيْلتان السنطاوية والسيزالبينية (سنطاوات وسيزالبيناوات) نموذجيًا أجنّة من «النوع المغلّف».





أعلاه: أنواع الأجنة (من اليسار إلى اليمين: ديبسيس سكوتيانا (نخل راوسي، نخليّات؛ جُمع في مدغشقر؛ جنين بطول 12 مم)- نوع بدائي؛ أناجيريس فيتيدا (أناغورس/خرّوب الخنزير، قرنيّات؛ جُمع في المملكة العربية السعودية؛ طول الجنين 16 مم)- نوع مطوي؛
براكيستيجيا أوتيليس (نجينجي، قرنيّات؛ جُمع في مالاوي؛ القطر الأكبر: 5.8 مم)- نوع مغلّف؛ «سبرماسوسي سِننسيس (فُوّيّات؛ جُمع في مالاوي؛ يبلغ طول الجنين 3.8 مم)- نوع خطّي؛ بورلياريا شيلنسيس (جياك/ غواياكان، قدّيسيّات؛ جُمع في تشيلي؛ يبلغ طول الجنين 9.3 مم)- نوع مبسطي؛ ايبومويا بوسيفلورا (محموديّات؛ جُمع في المكسيك؛ طول الجنين 5.1 مم)- نوع منثنٍ.

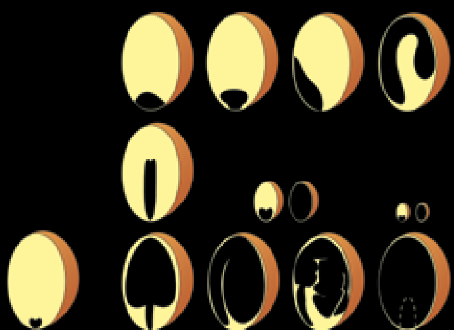
الأجنّة المحيطية والمطوية وأحيانًا المثنية هي نتيجة انحناء محور البذرة الطولي. وتُسمّى البذور ذات المحور الطولي المنحني، حيث البُويب والدَّرَز ليسا متقابلين، بذورًا منحنية. وميزة البذور المنحنية هي أنها تسمح للجنين بأن يصبح أطول بكثير من البذرة نفسها ويُنشئ بالتالي بادرة أطول تتمتّع بفرص أكبر عند التنافس مع بوادر أخرى على الضوء.

بالنسبة إلى البذور البالغة الصغر، وضع مارتن فئتين تستند فقط إلى الحجم: تنتمي البذور التي يتراوح طولها ما بين 0.3 و2 مم إلى «النوع القزم»؛ والبذور التي يقل طولها عن 0.2 مم هي من «النوع المجهري». ولم يأخذ مارتن في الاعتبار في قياساته غلاف البذرة. يحتوي مثل هذه البذور الدقيقة على أجنّة بالغة الصغر غير مكتملة النمو تحمل فلقات قليلة النمو أو لا تحمل أي فلقات على الإطلاق. وتنتشر هذه البذور عادةً بوساطة الريح ونجدها في مجموعة منوّعة من الفصائل الكاسية البذور وأشهرها السحلبيّات (سحلبيّات) لكنّنا نجدها أيضًا في فصيلة الجعفيل (جعفيليّات) وفصيلة الندّية المستديرة الورق/الدروسيرا (ندويّات) وفصيلة الجُريس (جُريسيّات) وفصيلة الجنطيانا (جنطيانيّات). وتمثّل البذور المتوسّطة أو الكبيرة الحجم ذات الأجنّة البالغة الصغر، مثل بذور فصيلة القشدة (قشديّات) وفصيلة المغنوليا (مغنوليّات) وفصيلة الحوذان (حوذانيّات) وفصيلة لحاء ونتر (ونتريّات)، «النوع البدائي» بحسب تصنيف مارتن.

للحجم أهمية أكيدة

يشكّل حجم الجنين في البذرة عاملاً مهمًّا في حياة النبتة. وغالبًا ما تحتاج البذور ذات الأجنّة الصغيرة جدًّا إلى بعض الوقت التمهيدي قبل أن تنتش. وخلال هذا الوقت، الذي يمكن أن يدوم أشهرًا، يتم أوّلاً تحريك المغذّيات المخزونة في السويداء وجعلها حاضرة لكي يمتصّها الجنين بعد ذلك. وبعد انتشار بذور المُرّان العالي (فراكسينوس اكسِلسيور، زيتونيّات) أو بذور المغنوليا، ينبغي للجنين أن ينضج ويكبر حجمه قبل أن يصبح قويًّا بما فيه الكفاية لمغادرة الملجأ الذي يوفّره له غلاف البذرة. وإذا أنتشت البذور ذات الأجنّة الصغيرة بشكل أسرع، مثل بذور بعض النخليّات كالواشنطونية القويّة/النخل المروحي المكسيكي (واشنطونيا روبوستا) أو النخل الإبري البرازيلي (تريثريناكس برازيلينسيس)، تبقى البذرة متعلّقة بالبادرة حتى تتم إعادة امتصاص السويداء

أدناه: رسم يُظهر أنواع البذور الاثني عشر التي تقدّم بها مارتن عام 1946 (من اليسار إلى اليمين ومن الأعلى إلى الأسفل؛ الجنين بالأسود، والسويداء بالأصفر): القسم المحيطي (الصف الأوّل)، يشمل النوع القاعدي والهامي والجانبي والمحيطي؛ والقسم المحوري (الصفّان الثاني والثالث)، يشمل النوع الخطي والقزم والمجهري (مع سويداء ومن دونها)، والمبسطي والمطوي والمنثني والمغلّف؛ وفي أقصى اليسار من الصف الأخير نجد النوع البدائي.









بالكامل، وهو أمر يحتاج إلى وقت طويل. والعائق الذي يواجه البذور غير القادرة على الإنتاش بسرعة هو أنها غير قادرة على الاستجابة بسرعة للفرص المحدودة المفاجئة، مثل انهمار مفاجىء للمطر في منطقة قليلة المتساقطات (كالمناطق الصحراوية وشبه الصحراوية مثلاً). وبالتالي فإن الحسنات الكبيرة للبذور السريعة الإنتاش هي قوّة محرّكة باتجاه تطوّر البذور ذات الأجنّة الأكبر حجمًا والأكثر نموًّا. وفي الحالة الأكثر تطرّفًا، يستهلك الجنين كل السويداء المتوافرة قبل أن تنضج البذرة. ومن ثم يتم خزن المغذّيات التي توفّرها النبتة الأم في نسيج الجنين مباشرة، عادة في الأوراق. تُنشئ هذه الأجنّة الخازنة عادةً فلقات سميكة ولحمية أو رقيقة ومنثنية، تملأ جوف البذرة كله. ونظرًا إلى امتصاص مغذّيات السويداء كافة قبل الإنتاش، تكون الأجنّة الخازنة «مستعدّة للانطلاق» وقادرة بالتالي على الاستفادة فورًا من أي تغيّرات مؤاتية في بيئتها.

يحمل أحد أفراد فصيلة البقوليّات الرقم القياسي العالمي في الأجنّة الخازنة. ويمكن للبذور العديمة السويداء التي تنتجها مورا مجيستوسبِرما (مرادفها مورا أوليفيرا) ، وهي شجرة عالية من أميركا الاستوائية، أن تنمو بطول 18 سم وعرض 8 سم ويمكن أن يبلغ وزنها كيلوغرامًا واحدًا، ما يجعلها أكبر بذور في ذوات الفلقتين في العالم. ويتألّف القسم الأكبر من البذرة من الفلقتين السميكتين مثلما يحدث في بذور بقوليات مألوفة أكثر مثل الفاصولياء والبسلّة والعدس. والفرق الوحيد هو أن بذور مورا مجيستوسبِرما تشمل جوفًا مليئًا بالهواء بين الفلقتين، يمنح البذور قابلية الطفو في ماء البحر، وهو تكيّف على موطنها من المستنقعات المدّية. وتشمل الأجنة الخازنة الأخرى اللذيذة المذاق بذر دوّار الشمس وتفّاح الأكاجو (الكاجو) والفول السوداني والجوز. وكون هذه «الجوزيّات» المحبوبة أجنّة خازنة يفسّر لماذا تنفلق بسهولة إلى نصفين، أي إلى فلقتين.

في الطرف المقابل، نجد بذور السحلبيّات التي تنتمي إلى «النوع المجهري» الشبيه بالغبار. كل ما تحتويه هذه البذور داخل الغلاف البذري الرقيق غير الملتصق بالبذرة هو جنين كروي غير مكتمل النمو وعديم السويداء. ولا تشمل السحلبيّات أي مخزون غذائي مهم للجنين، ما يضطرّها، ما إن تنتش، للدخول في علاقة تكافلية مع جذور فطريّة متوافقة معها. يوفّر الفطر كربوهيدرات ومعادن ثمينة للجنين المنتش. وبالنسبة إلى قلّة منها، ولا سيّما السحلبيّات الأرضية في المنطقة

نوع أوروبانكي (جعفيليّات)- جعفيل؛ جُمع في اليونان - بذرة من النوع القزم تُظهر نمط قرص العسل الذي نجده نموذجيًّا في البذور البالغة الصغر المنتشرة بوساطة الريح؛ يبلغ طول البذرة 0.35 - 0.4 مم.





المعتدلة، تبقى العلاقة مع الفطر المتخصّص بها علاقة حيوية لبقية حياتها. ولا نعرف الكثير عن مدى تخصّص السحلبيّات في اختيار شريكاتها من الفطريات. ويُعرف بعض السحلبيّات على الأقل بقدرته على إقامة علاقة جذرية فطرية «ميكورهيزال» مع عدّة أنواع مختلفة من الفطور.

يحتاج الأمر إلى ثلاثة أجيال لتكوين بذرة واحدة

تتألّف البذور من أنسجة ثلاثة أجيال: ويصحّ ذلك بالنسبة إلى عاريات البذور وكاسيات البذور على السواء. فالجيل الأوّل هو غلاف البذرة الواقي القاسي، الذي ينشأ من الغشاء، الذي يتكوّن بدوره من الخلايا الثنائية الصبغيّات للنابت البوغي الأم. والجيل الثاني هو النسيج المغذّي، الذي توفّره إمّا خلايا الجسم الأحادية الصبغيّات في النابت المشيجي الأنثى (في كاسيات البذور) أو السويداء الثلاثية الصبغيّات (في عاريات البذور). والجيل الثالث هو الجنين الثنائي الصبغيّات، الذي يجمع بين المادة الجينية لفردين مختلفين، النابت البوغي الأم (الذي يعطي البويضات) والنابت البوغي الأب (الذي يعطي اللقاح/الطلع). إن هذا الجمع المعقّد بين ثلاثة أجيال مختلفة من النسيج في عضو واحد يجعل من البذرة البنية الأكثر تعقيدًا التي ينتجها النبات البذري.

... وأحيانًا جيل واحد فقط

صحيح أن الأكثرية العظمى من كاسيات البذور تنتج بذورها بالطريقة الجنسية، لكن هناك بعض الاستثناءات البارزة. لقد توقّف بعض النبات عن استغلال حسنات الإخصاب المزدوج وأحجم- إمّا جزئيًّا أو كليًّا- عن التوالد الجنسي. وهناك أكثر من 400 نوع، في أكثر من أربعين فصيلة كاسية البذور، قادرة على إنتاج البذور لاجنسيًّا، من خلال آلية تُدعى «أبوميكسيس». وعلى نحو غريب، نجد هذه الآلية التي يُستبدل فيها التناسل الجنسي بالتناسل اللاجنسي في الكثير من وحيدات الفلقة وذوات الفلقتين، ولكن يبدو أنها غائبة كليًّا في عاريات البذور.

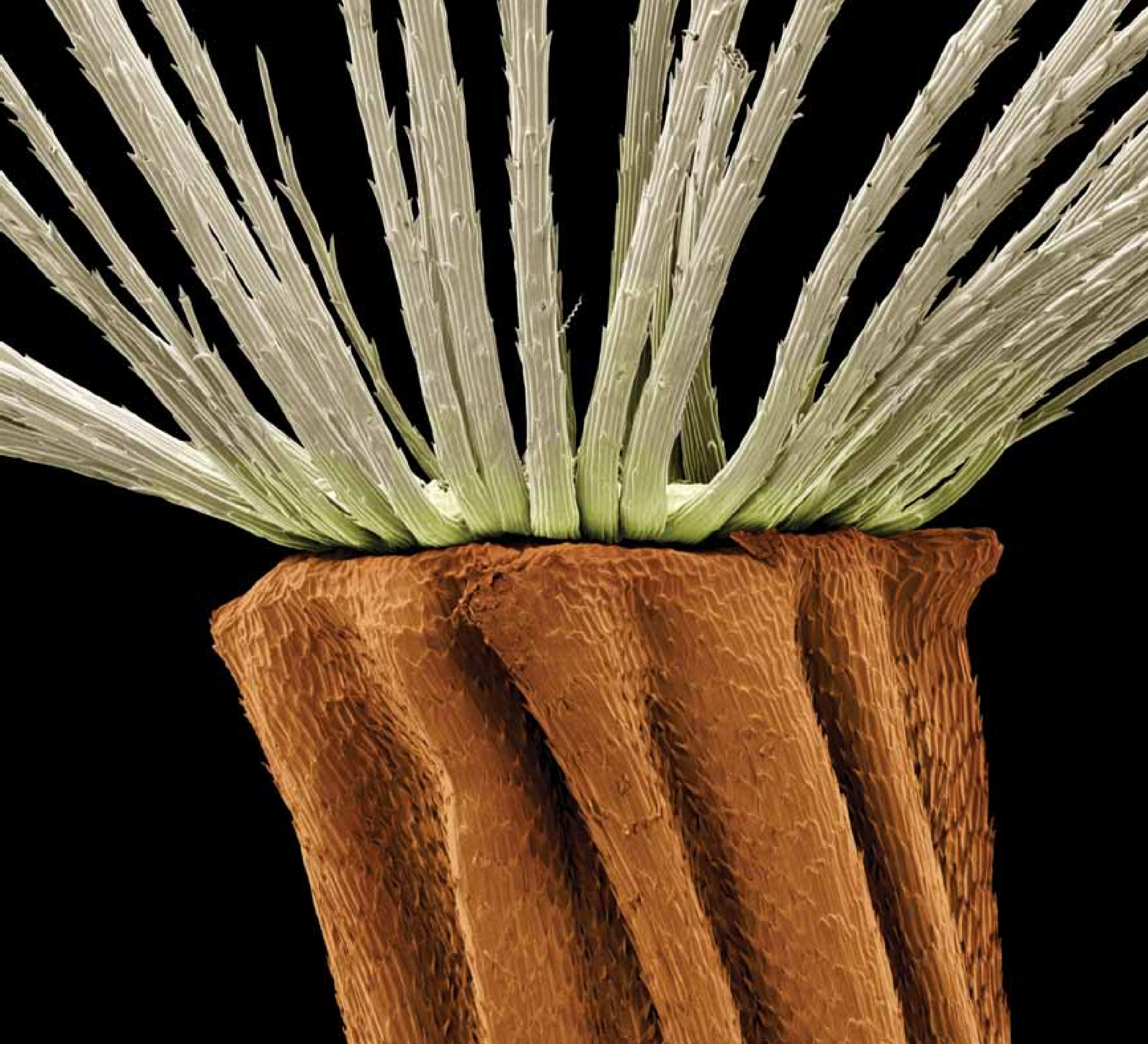
يُعتقد أن الأنواع التي تنتهج هذه الآلية قد تطوّرت على نحو مستقل من سليفات متوالدة جنسيًّا عدّة مرّات. بعضها ينتج البذور لاجنسيًّا بشكل مخيّر فقط ولا يزال قادرًا على التوالد جنسيًّا، في حين أن بعضها الآخر ينتج البذور لاجنسيًّا بشكل مسيّر، وطريقة توالدها الوحيدة هي التوالد اللاجنسي. ومع أن الآليّات التي تقود إلى التوالد اللاجنسي متنوّعة، فإن المبدأ الأساسي هو تفويت الانقسام المنصِّف، بحيث يتم إنتاج بويضة أحادية الصبغيّات تنمو إلى جنين من دون إخصاب مسبق (التناسل العذري). بالنسبة إلى نمو السويداء، لا يزال معظم هذه النباتات في حاجة إلى إخصاب الخلية المركزية بنواتيها القطبيّتين. غير أن بعض الأنواع المتوالدة لاجنسيًّا تخلّت عن إخصاب الخلية المركزية، التي تطلق عندئذٍ نمو السويداء على نحو مستقل.

نجد خمسًا وسبعين في المئة من النباتات المتوالدة لاجنسيًّا كافة المعروفة في ثلاث فصائل فقط: النباتات العشبية (نجيليّات) وفصيلة الورد (ورديّات) وفصيلة دوّار الشمس (نجميّات)، التي تشمل أمثلة مألوفة مثل الطرخشقون (تراكسوم أوفيسيناليس) وعشبة الصقر (هيراسيوم

الصفحة المقابلة: مورا مجيستوسبرما (قرنيّات)- منغروف ناتو؛ موطنه الأصلي أميركا الاستوائية- بذرة وثمرة مفتوحة تحتوي على بذرتين؛ يمتلك منغروف ناتو أكبر بذرة على الإطلاق (يمكن أن يصل طولها إلى 18 سم ووزنها إلى كيلوغرام واحد عندما تكون طازجة) في كاسيات البذور ذوات الفلقتين كافة؛ يبلغ طول البذرة نحو 12 سم.



أدناه: «أستروكاريوم مورومورو (نخليّات)- نخل مورومورو؛ موطنه الأصلي منطقة الأمازون- بادرة يافعة لا تزال البذرة متعلّقة بها؛ يبلغ طول البذرة 14.5 مم.



بيلوسيلا) وعشبة القوى (أنواع بوتنتيلاّ). نتيجةً للآليّات المختلفة الموجودة في البذور والتي تستبدل التناسل الجنسي بالتناسل اللاجنسي، تكون الأجنّة مماثلة جينيًّا للنبتة الأم. ولهذه الأجنة الاستنساخية فائدة في تكاثر المحاصيل المتوالدة لاجنسيًّا مثل النوع سيتروس (سَذابيّات) والمنغوستين (غارسينيا مانغوستانا، كلوزيّات) والعلّيق (روبوس فروتيكوسوس، ورديّات). وتعطي بذورها المنتجة بالطريقة اللاجنسية نسخة طبق الأصل عن النبتة الأم، ما يجعل السمات القيّمة لسلالة معيّنة أو هجين معيّن تستمر في الأجيال البذرية المتتالية.

كل الإجلال لكاسيات البذور- على الأقل تبدو جيّدة على الورق

أزهار جميلة، استراتيجيّات تلقيح ذكية، إخصاب مزدوج، وإنتاج بذور أكثر فاعلية- كانت طريقة حياة كاسيات البذور ولا تزال قصة نجاح رائعة. ويُظهر السجل الأحفوري أن كاسيات البذور ظهرت بسرعة وفجأة بين نهاية العصر الجوراسي وبداية العصر الطباشيري (نحو 140 مليون سنة خلت). ومع نهاية الطباشيري (نحوى 65 مليون سنة خلت)، كانت قد انفجرت حرفيًّا إلى مجموعة هائلة من الأنواع المتنوّعة، وسيطرت على معظم الجماعات النباتية البرّية. وسرعان ما حلّت إلى حد بعيد محل السرخسيّات وعاريات البذور، التي شكّلت الغطاء النباتي المسيطر في العصر البرمي والترياسي والجوراسي.

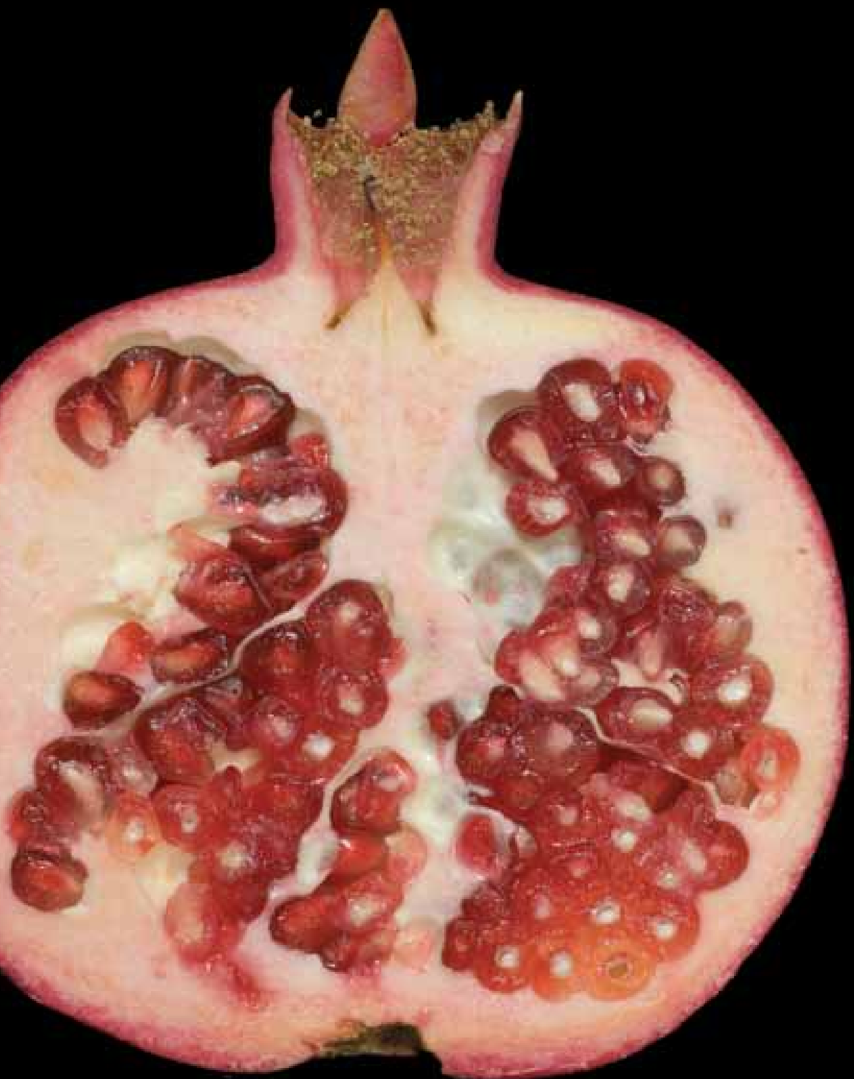
مع ذلك، فإن السراخس وعاريات البذور لا تزال تنمو اليوم على سطح الأرض. والواقع، أن الأبحاث الحديثة تشير إلى أن أكثرية أنواع السرخس الحية (80 في المئة) لم تتنوّع إلاّ في العصر الطباشيري، بعد ظهور كاسيات البذور، وذلك وقت متأخّر نسبة إلى ما قد نتوقّعه من هذه المجموعة التي يُفترض أنها شديدة القدم. ولقد قدّمت المَواطن الجديدة والأكثر تعقيدًا التي كوّنتها كاسيات البذور، ولا سيّما الغابات التي شكّلتها، بيئات ملائمة لكائنات حيّة أخرى. ومن المرجح أن السرخسيّات كانت من أول النباتات الانتهازية التي استفادت من ذلك، وهو ما يمكن تفسير عودتها في الطباشيري. ومع أكثر من 10000 نوع حي، فإن عدد كاسيات البذور يفوق عدد عاريات البذور عشرة أضعاف. وعلى الرغم من تراجع تنوّعها، فإن عاريات البذور لا تزال تؤدي دورًا مهمًّا اليوم. تشكّل الصنوبريّات بشكل خاص منافسة جديّة لعاريات البذور. وعلى الرغم من أن كاسيات البذور تنضج أسرع من عاريات البذور وتنتج بعامة كمية أكبر من البذور، فإن الصنوبريّات تحظى، على الأقل، بتكيّف أفضل على المَواطن الباردة الجافة. لهذا السبب، تسيطر الصنوبريّات على الغابات في المناطق القريبة من القطب الشمالي وفي المرتفعات العالية وفي التربة الرملية. والواقع، أن الغابات الصنوبريّة تغطي نحو 25 في المئة من مساحة اليابسة وتؤمّن معظم السلّولوز المستخدم في صناعة الورق.

ولكن، بوجود ما يُقدَّر بـ 422000 نوع، يتجاوز عدد كاسيات البذور بدرجة كبيرة أنواع عاريات البذور الألف التي لا تزال موجودة اليوم. ولا شيء في مملكة النبات يضاهي تعدد مهاراتها المذهل وقدرتها على التكيّف مع جميع المناخات وجميع الأوضاع تقريبًا وقد سمح لها ذلك بأن تصبح سيّدة النباتات على الأرض من دون منازع. وهذا التنوّع المذهل الذي نجده في كاسيات البذور يظهر في وجوه هيئتها كافة تقريبًا ولكن خصوصًا في أعضائها التناسلية وأزهارها وبذورها وطبعًا في الحاويات حيث تنتج بذورها.

الصفحة المقابلة: هيَراسيوم بيلوسيلا (نجميّات)- عشبة الصقر؛ جُمعت في المملكة المتحدة- قمّة الثمرة (ثمرة أحادية البذرة ذات شعيرات ،سيبسلا) تحمل مظلّة كبيرة للمساعدة على الانتشار بوساطة الريح؛ يبلغ قطر الجزء حامل البذور 0.8 مم.

أدناه: هيَراسيوم بيلوسيلا (نجميّات)- عشبة الصقر؛ موطنها الأصلي أوراسيا وشمال أفريقيا- يقدّم «الرأس البذري» الناضج، المحمول على ساق مستقيمة طويلة، الثمار المظلّية الصغيرة (ثمار أحادية البذرة ذات شعيرات، سيبسلا) للريح.





بونيكا غراناتوم (حِنّائيّات)- رمّان- مقطع طولي لثمرة ناضجة، تحيط بها قشرة جلديّة قاسية. تقسم جدران بيضاء غشائية اسفنجية داخل الثمرة أقسامًا مستقلّة تحتوي على عدد كبير من البذور ذات الزائدة اللحمية مع غلاف بذري عصاري شفّاف أحمر زاهٍ. تمثّل البذور أكثر قليلاً من نصف وزن الثمرة.

أدناه: بونيكا غراناتوم (حِنّائيّات)- رمّان؛ موطنها الأصلي آسيا (من إيران إلى جبال الهيملايا) وقد زُرعت منذ أقدم العصور على نطاق واسع في جميع أنحاء منطقة المتوسّط- زهرة ملقَّحة (سبق للبتلات الحمراء الكبيرة الجعدة أن سقطت هنا) تُظهر الأسدية الكثيرة محوطة بالكأس السميكة الدائمة.

في الأسفل: بونيكا غراناتوم (حِنّائيّات)- رمّان- ثمرة يافعة مع الكأس الكبيرة الدائمة.





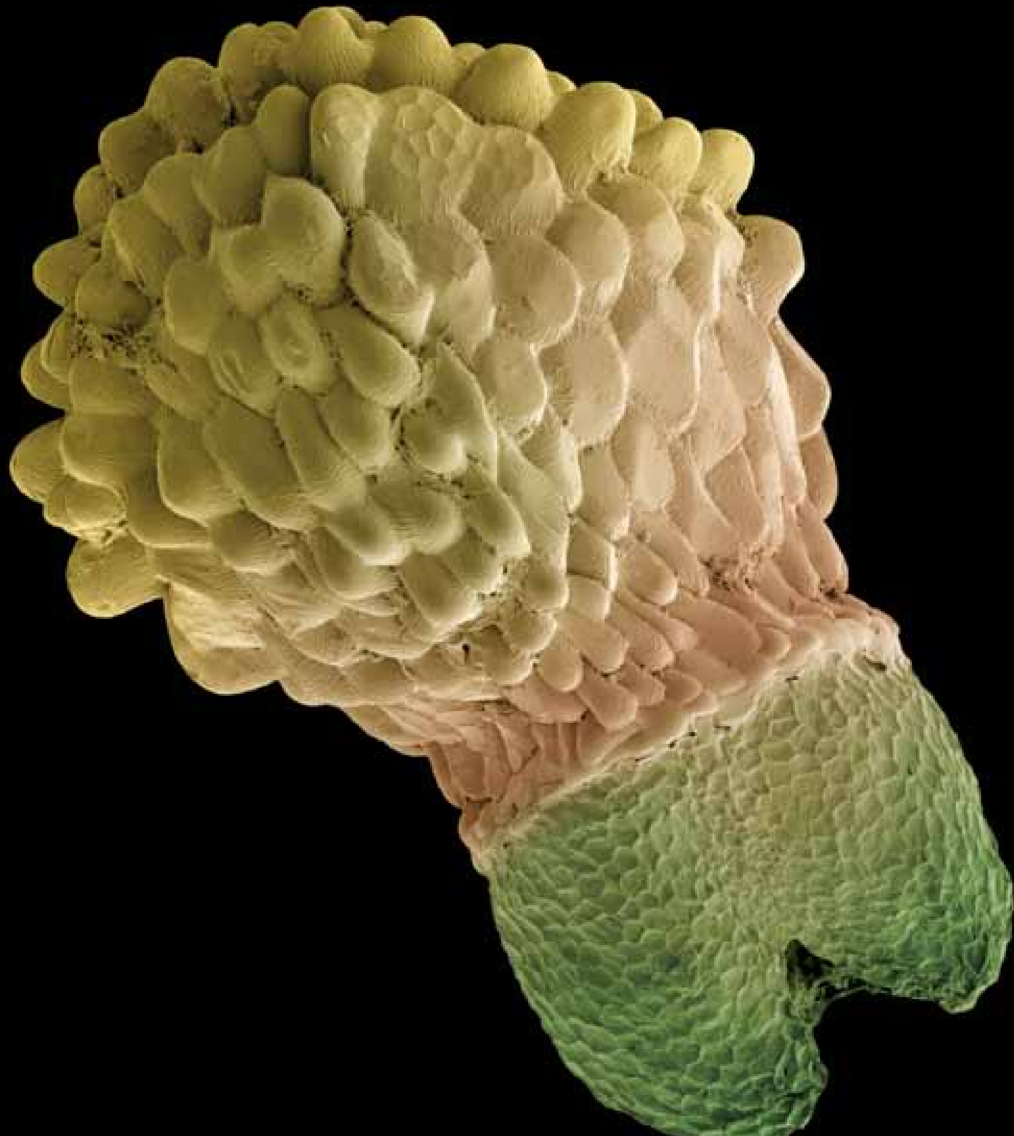
الأعضاء حاملة البذور في كاسيات البذور

لا يشكّل تطوّر الأزهار الملقّحة بوساطة الحيوانات والتي تملك أخبية وبذورًا أكثر فاعلية إلّا الجزء الأوّل من قصّة نجاح كاسيات البذور. ويغطّي الجزء الثاني الطيف المدهش من الاستراتيجيّات والتكيّفات التي طوّرتها كاسيات البذور من أجل نشر بذورها بهدف ضمان بقاء النوع والتوسّع إلى أراضٍ جديدة. وهناك عدد كبير من الحسنات لحبس البويضات في أخبية. وبعد أن تنضج البذور ينبغي لها في النهاية أن تغادر النبتة الأم، وربما كان حبس البذور في الخباء عائقًا كبيرًا بالنسبة إلى كاسيات البذور الأوائل. ولكن سرعان ما تم التغلّب على الصعوبة الأولى في تحرير البذور من الأخبية. كانت إحدى الطرق المتبعة لحل مشكلة اكتساء البذور في تطوير أحادية البذرة بحيث دُمج الخباء في البذرة ونُشر الاثنان معًا. ولا نزال نجد هذه الحالة في معظم الثمار المطبقة/غير المتفتّحة مثل الثمار الجوزية والنووية. ولكن خلال التطوّر حسّنت كاسيات البذور أعضاءها حاملة البذور، التي تُعرف أكثر «بالثمار»، وحوّلت هذا العائق الأوّل إلى ميزة أخرى. ولقد طوّرت مجموعة واسعة ومنوّعة من التكيّفات المحدّدة، التي سمحت لها باستغلال كل وسيلة نقل ممكنة لبذورها وثمارها، مثل الريح والماء وأهمّها الحيوانات. وساهمت مجدّدًا قدرة كاسيات البذور المذهلة على التنوّع والتكيّف مع كل بيئة ملائمة متوافرة في نجاحها التطوّري. وتنعكس كل استراتيجية انتشار في متلازمة معقّدة من التكيّفات التي تظهر بعد أن تكون البويضات قد لُقّحت بنجاح. ويبدأ كل شيء بذبول الزهرة الملقَّحة.

تحوّل

بعد أن تُلقَّح الزهرة وتُخصب بويضاتها، لا يعود هناك حاجة إلى اجتذاب ملقّحين آخرين. فتذبل عادة البتلات البارزة للعيان والأسدية وتسقط عن النبتة، في حين أن المبيض يبدأ بالانتفاخ ويتحوّل إلى ثمرة. داخل المبيض، تنمو البويضات وتتكوّن السويداء وينمو الجنين، في حين أن الأغشية الطرية تتحول إلى غلاف البذرة القاسي.

تحتاج بذور عاريات البذور إلى 12–24 شهرًا على الأقل لتنضج، في حين أن غالبية كاسيات البذور تنتج بذورها بشكل أسرع، وعادةً في غضون بضعة أسابيع أو أشهر. فعلى سبيل المثال، لا يحتاج الموز إلاّ شهرين إلى ثلاثة أشهر لينضج، ويصبح الكرز صالحًا للأكل بعد ثلاثة أشهر إلى أربعة، ويمكن قطف المانجا بعد خمسة أشهر (100–130 يومًا) من الإزهار. أما جوز الهند فيحتاج إلى سنة كاملة بعد التلقيح لينضج ويحتاج بندق البرازيل إلى وقت أطول (15 شهرًا). تحتاج اللودواسية الملديفي (لودويسيا مالديفيكا، نخليّات)- وهي كاسية بذور متطرّفة على عدّة صعد- ما يجعل منها النبات الأبطأ في الإثمار على الإطلاق. بالمقارنة، تكمل أسرع الأعشاب توالدًا مثل الحرف الحجري (أرابيدوبسيس ثاليانا، صليبيّات) دورتها من البذرة إلى البذرة في أقل من ستة أسابيع.



تجاوز الحدود- ثمار أصغر من النطفة وأثقل من حجر الرّحى

قد لا نكون أحيانًا مدركين للأمر، لكنّ كل نبات من كاسيات البذور ينتج نوعًا مختلفًا من الثمار: ينتج كل من النبات العشبي والجنبة والشجرة ثماره المميِّزة، والتنوّع لا نهاية له. يتراوح طيف الأحجام ما بين الثمار شبه المجهرية التي يحملها أصغر كاسيات البذور، وهي الوولفية المائية (من الجنس وولفيا)، والثمار الضخمة التي تحملها كوكوربيتا ماكسيما، المعروف بالقرع الكبير. ومن أجل توضيح ذلك نقول: لا يتجاوز طول ثمرة وولفيا الـ 0.3 مم وهي بذلك أصغر من نطفة السيكاسيّة (زاميا روزلي)، في حين أن وزن أكبر ثمار القرع في العالم يمكن أن يصل إلى 600 كغ. طوّرت كاسيات البذور مجموعة هائلة منوّعة من الأشكال والنماذج، من العنبيّات والنوويّات الغنية بالعصارة والجوزيّات القاسية والمنزلقات الجناحية والطوّافات، إلى الجراء المتفجّرة والقرون الشائكة الرهيبة. وهناك الكثير من الأنواع بحيث إن علماء النبات، في سعيهم اليائس لتصنيفها، وضعوا خلال القرنين الماضيين أكثر من 150 اسمًا تقنيًّا للثمار المختلفة. يتعدّى شرح التعقيدات المربكة لتصنيف الثمار إطار هذا الكتاب. ولكن من أجل إعطاء فكرة عن الصراع الذي لا يزال علماء النبات يواجهونه حتى اليوم، سوف نناقش بصورة وجيزة المعايير الأساسية المستخدمة لإدخال شيء من النظام إلى التنوّع الغامر الذي نجده في أنواع الثمار.

مقدّمة وجيزة لتصنيف الثمار

على الرغم من الصعوبات التي يختبرها علماء النبات في ظل الاهتمام المتزايد بالتفاصيل البنيوية، فإن المبادىء الثلاثة الأساسية لتصنيف الثمار هي بسيطة نسبيًّا: (1) نوع المبيض (سائب الأخبية أو متحد الأخبية)؛ (2) قوام جدار الثمرة (طري أو قاسٍ)؛ وما إذا كانت الثمرة تتفتّح عند نضجها لإطلاق بذورها. ونظرًا إلى أن كل توليفات الخصائص هي ممكنة في كاسيات البذور، تُطبَّق المعايير الثلاثة على نحو مستقلّ.

أنواع الثمار الثلاثة الأساسية

إن أهم معيار في تصنيف الثمار هو بنية المبيض الذي تنشأ منه الثمرة. تنمو الثمار البسيطة مثل الكرز والبندورة/طماطم والبرتقال والخيار من زهرة واحدة لها مدقّة واحدة، يمكن أن تتكوّن من خباء واحد أو من عدّة أخبية متحدة. وتنشأ الثمار المتعدّدة من أزهار لها عدّة مدقّات مستقلّة. ونجد مثل هذه الأزهار نموذجيًّا في فصائل كاسيات البذور البدائية مثل القشديّات والمغنوليّات والونتريّات. تشكّل ثمرة شجرة التوليب (ليريودَندرون توليبيفيرا)، من فصيلة المغنوليّات، بنية مخروطيّة الشكل تنمو فيها أخبيتها الكثيرة لتكوين ثُميرة مسطّحة ضيّقة الأجنحة. في شجرة لحاء ونتر (دريميس ونتري، ونتريّات)، لا ينتج الوزيم السائب الأخبية في كل زهرة ثمرة عنبيّة واحدة فحسب بشكل حبّة فاصوليا بل ينتج عنقودًا كاملاً منها. والقشدة الأميركية (أنّونا كِريمولا،

الصفحة المقابلة: أزتيكيوم ريتّيري (صبّاريّات)- صبّار الأزتيك؛ موطنه الأصلي المكسيك- بذرة مع زائدة سرّية لحمية (جسم دهني) من المرجح أنها تسهم في الانتشار بوساطة النمل. إن نموّها الشديد البطء ونتوءاتها السطحية الغريبة التي تذكّر بمنحوتات شعب الأزتيك وحجمها الصغير (نادرًا ما يتجاوز قطرها الـ 5 سم) وموطنها المذهل (جروف كلسية وجصّية عمودية أو شبه عمودية لا ينمو عليها أي نبات آخر تقريبًا) تجعل من صبّار الأزتيك المكسيكي أحد أكثر الصبّاريّات سحرًا في العالم؛ يبلغ طول البذرة (بما في ذلك الجسم الدهني) 0.8 مم.

أدناه: بلوسفلديا ليليبوتانا (صبّاريّات)- موطنه الأصلي الأرجنتين وبوليفيا- بذرة مزوّدة بزائدة سرّية لحمية (جسم دهني) من المرجح أنها تساعد على الانتشار بوساطة النمل. إنه أصغر الصبّاريّات على الإطلاق إذ لا يتجاوز قطره الـ 12 مم. ينتمي صبّار بلوسفلديا مع صبّار الأزتيك (أزاتيكيوم ريتيري) والصبّار القرصي (سترومبو- كاكتوس ديسكيفورميس) إلى مجموعة من الصبّاريّات القزمة التي ينحصر موطنها طبيعيًّا بالجروف؛ تنتج جميعها بذورًا بالغة الصغر شبيهة بالغبار بطول 0.65 مم (بما في ذلك الجسم الدهني).



قشديّات) هي من نسيبات شجرة لحاء ونتر الغريبة اللذيذة الطعم. في هذه الحالة، تلتحم الأخبية معًا بينما تنمو لتشكيل ما يبدو كثمرة بسيطة. والعنصر الوحيد الذي يفشي وجود وزيم سائب الأخبية في الأساس هو النمط المسدّس الشكل الواضح على جلدة الثمرة، الذي يُظهر الحدود بين الأخبية الفردية. ومن الأمثلة المألوفة للثمار المتعدّدة العلّيق/التوت الشوكي (روبوس فروتيكوسوس) والفرامبواز/توت العلّيق (روبوس إيدايوس)، وكلاهما من فصيلة الورد (ورديّات). ويفسّر تحدّرهما من أزهار سائبة المبيضات لماذا يشبهان عنقودًا متراصًّا من العنبات البالغة الصغر، حيث تمثّل كل كريّة صغيرة خباءً واحدًا.

وينتمي شجر التوت (موروس نيغرا، توتيّات) الشبيه بهما إلى فئة مهمة أخرى من الثمار. والتوت لا ينمو من زهرة واحدة لها عدّة مدقّات مستقلّة لكنّه النتاج المشترك لنظام ازهرار كامل (مجموعة من الأزهار المستقلّة). هكذا، كانت فيما مضى كل كريّة أو ثميرة من ثمرة التوت زهرة بالغة الصغر. ومن الأمثلة الأخرى للثمار المركّبة الصالحة للأكل الأناناس أناناس كوموسوس، بروماليّات) وثمار نباتات فصيلة التوتيّات مثل التين (فيكوس كاريكا) وثمرة الخبز (أرتوكاربوس ألتيليس) والجاكيّة (أرتوكاربوس هيتيروفيلوس). ونشير إلى أن طول ثمرة الجاكية الجيّدة الحجم يمكن أن يصل إلى 90 سم ووزنها إلى 50 كغ، ما يجعلها أكبر ثمرة شجرية في العالم.

نوويّات وعنبيّات

يقسم معيارا التصنيف المتبقّيان الثمار ثمارًا لحمية وأخرى جافة، وثمارًا لا تتفتّح (ثمار مطبقة) أو تتفتّح لتطلق بذورها (ثمار متفتّحة). ومع أن المعيارين يُطبّقان بصورة مستقلّة، فإن الثمار الطرية واللحمية غالبًا ما تكون متفتّحة وتشكّل طعامًا لآكلات الثمار، التي تنشر البذور في غائطها. والنوعان الرئيسيّان من الثمار المطبقة هما النوويّات والعنبيّات.

في النوويّات مثل الكرز والخوخ/البرقوق والدراقن والمانجا، يتميّز غلاف الثمرة (جدار المبيض في الثمرة الناضجة) بثلاث طبقات: غلاف الثمرة الخارجي الرقيق (قشرة الثمرة)؛ ولبّ الثمرة اللحمي؛ وطبقة داخلية قاسية تُعرف بغلاف الثمرة الداخلي «اندوكارب». تشكّل قشرة الثمرة ولبّها الجزءين الصالحين للأكل، في حين أن غلاف الثمرة الداخلي يشكل عادةً النواة الأحادية البذرة. وفي العنبيّات، يكون غلاف الثمرة طريًّا وعصاريًّا بالكامل ويبقى مطبقًا تعريفًا. وبخلاف النوويّات، تحتوي العنبيّات في معظمها على عدّة بذور أو عدد كبير منها. من العنبيّات المتعددة البذور النموذجية هناك البندورة/الطماطم والخيار والعنب وعنب الأحراج. ويشكّل الأفوكادو مثالاً للعنبيّة الأحادية البذرة. ومثلما نرى في العلّيق/التوت الشوكي وتوت الأرض والتوت، فالكثير من الثمار التي نسمّيها عنبيّات ليست عنبيّات على الإطلاق بالمعنى النباتي العلمي. وعنبيّات العرعر هي المثال الأكثر تخييبًا للآمال: إذ إنها تُشتهر بمنحها مشروب الجينفر الهولندي ومشروب الجين نكهتهما المميّزة، لكنها ليست من العنبيّات بل أكواز/مخاريط نبات عاري البذور يُدعى جونيبِروس كومونيس (سرويّات). خلال السنة أو السنتين اللتين تستغرقهما الأكواز الأنثى في هذه الصنوبريّة الثنائية المسكن لكي تنضج، تنمو حراشفها الخارجية الثلاثة لتشكيل طبقة لحمية زرقاء تغلّف البذور على نحو شبيه بالغلاف الخارجي لعنبيّة حقيقية.

كومبريتوم زيهيري (عسميّات)- عسم/قمبريط كبير الثمر؛ موطنه الأصلي جنوب أفريقيا- يمكن أن يصل قطر هذه الثمار الرباعية الأجنحة المنتشرة بوساطة الريح إلى 8 سم. تحب طيور البوقير/أبو قرن أكل بذور الثمار المتساقطة.



الجوزيّات الحقيقية

إن الثمار المطبقة ذات الغلاف الخارجي القاسي في كلّيته تُعرف بالجوزيّات/الثمار الجوزيّة. يبقى الغلاف الخارجي للجوزة/الثمرة الجوزية مطبقًا ما يجعل انتشار البذور بشكل مستقل مستحيلاً. وللسبب نفسه الذي نجده في النوويات، تكون الثمار الجوزية في الغالب أحادية البذرة. ومثلما يشير إليه التعريف أعلاه، يستخدم العلماء الكلمة «جوزة» أو «ثمرة جوزية» بشكل أدق ومختلف قليلاً عن استعمالها في اللغة اليومية. في علم النبات، لا تشمل الثمار الجوزية جوزيّات مألوفة فقط مثل البندق والفول السوداني وتفّاح الأكاجو بل تشمل أيضًا «ثمارًا جوزية جناحية» (سامارا) مثل جوز البوقيصا / الدردار (أنواع أولموس). والمرّان (أنواع فراكسينوس)، والكثير من الثمار الأصغر حجمًا التي يحسبها معظم الناس خطأً من البذور.

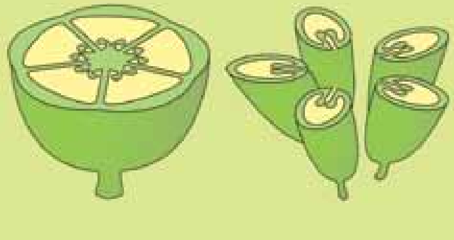
جوز هو في الواقع بذر وبذر هو في الواقع جوز

بحسب التعريف العلمي للجوزة، فإن الحبوب الصغيرة التي تنتجها فصيلة النباتات العشبية (التي تشمل جميع الحبوب التي نأكلها: قمح...) و«بذور» دوّار الشمس هي في الواقع جوزات بالغة الصغر. وكل حبة أرزّ أو قمح أو شوفان، على الرغم من صغر حجمها، هي ثمرة. وعلى غرار ذلك، كل «بذرة» دوّار شمس هي جوزة صغيرة تنمو من واحدة من مئات الأزهار البالغة الصغر المنتظمة لولبيًّا على مساحة قرص نظام الازهرار. ونشير إلى أنه مثلما يحصل نموذجيًّا في فصيلة دوّار الشمس، لا يتشكّل برعم دوّار الشمس من زهرة واحدة فحسب، بل من نظام ازهرار كامل يحاكي شكل زهرة مفردة. تقوم بعض نسيبات دوّار الشمس، مثل الطرخشقون (تركساكوم أوفيسينالي) ولحية التيس الأرجوانية (ترَغوبوغون براتنسيس) وعشبة الصقر (هيراسيوم بيلوسيلا) بتعليق نوع من المظلّة أو الشعيرات الناشرة بجوزاتها البالغة الصغر، ما يسمح لها بالسفر على جناح الريح. وبوجود كل هذه الفوارق بين أنواع الجوز المختلفة، بدأ العلماء بوضع أسماء لكل نوع منها. وإلى جانب الجوزات الجناحية، أعطى علماء النبات الكلمة «برّة» (كاريوبسيس)، التي أصبحت تقليدية، إلى ثمرة النباتات العشبية، لأن غلافها الخارجي الرقيق ملتصق تمامًا بغلاف البذرة. وأطلق الاسم «فقيرة/ثمرة فقيرة» (آكين) على الجوزات الصغيرة التي لها غلاف خارجي طري إلى حد ما ومنفصل عن غلاف البذرة، مثل جوزات دوّار الشمس، أو الاسم «ثمرة مظلّية» (سيبسيلا) إذا كان هناك مظلّة معلّقة بها، مثل الطرخشقون.

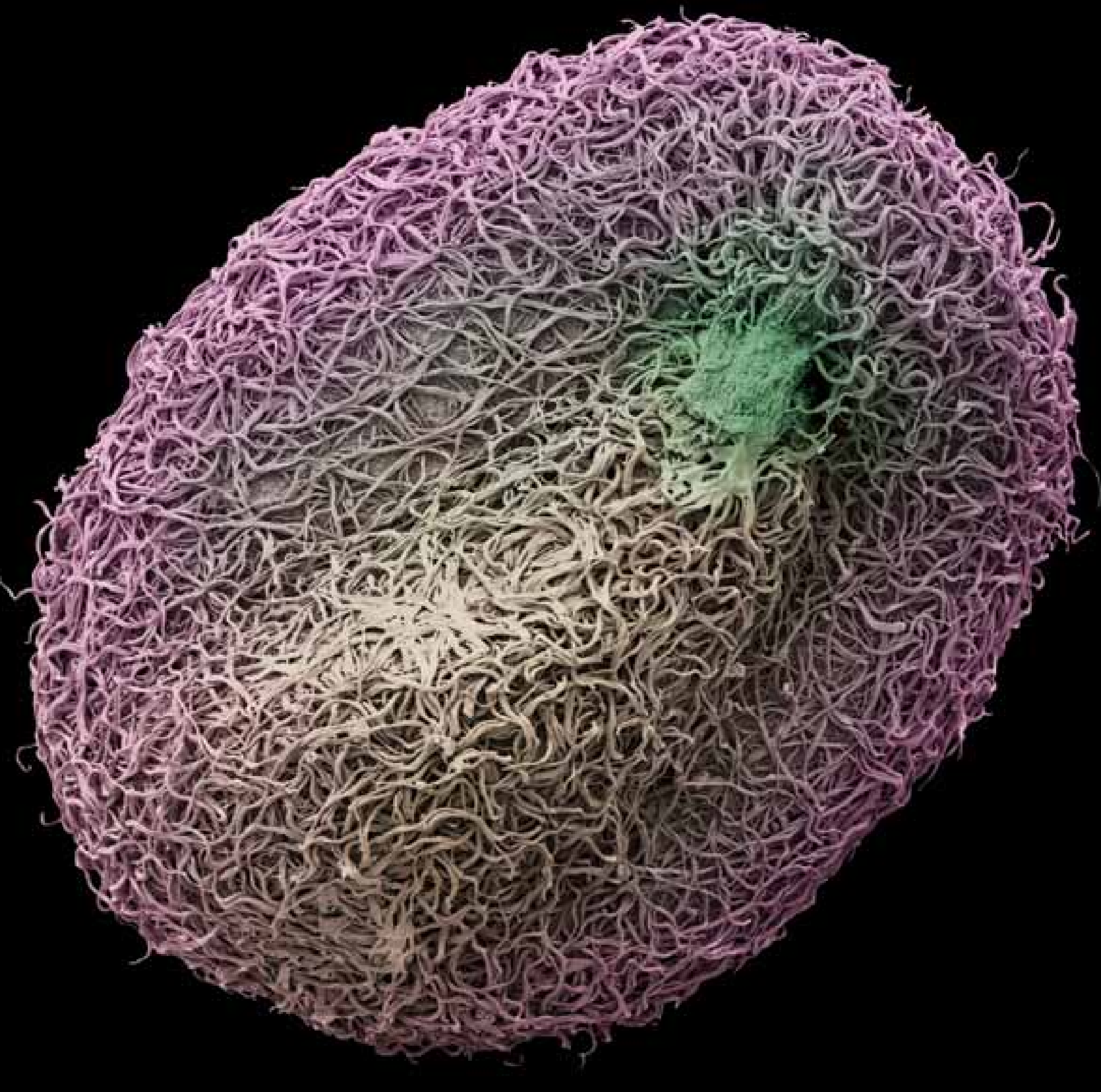
تتشارك كل أنواع الجوز أو الجُويزات في سمة واحدة: تعمل وظيفيًّا بطريقة البذور نفسها. أخذ غلاف الثمرة القاسي الدور الواقي لغلاف البذرة. ويفسّر ذلك لماذا نشير في كلامنا العادي إلى الجوز كبذر وإلى البذر كجوز. ومن الأمثلة على ذلك أطعمة لذيذة تأتي بغلاف قاسٍ مثل حبوب الصنوبر (بينوس بينيا، صنوبريّات) وجوز البرازيل (برثوليتيا أكسلسا، لوسيتيّات) وبندق كوينزلاند/ ماكاداميا (ماكاداميا انتغريفوليا و ماكاداميا تترافيلا، بروطيّات). عندما تكون بذور بندق كوينزلاند لا تزال على الشجرة، تغلّف قشرة جلديّة خضراء (غلاف الثمرة) كل بذرة بمفردها، تنشقّ في ما بعد على طول جانب واحد؛ لكنّ الشق يكون ضيّقًا جدًّا فلا يسمح للبذرة بالخروج. وحبّات اللوز (برونوس دولسيس، ورديّات) والفستق الحلبي (بيستاسيا فيرا، بطميّات) هي في الواقع نوى ثمار نووية.

أدناه: مقطع عرضي لوزيم سائب الأخبية من خمسة أخبية مستقلّة (الى اليسار) ووزيم متحد الأخبية من خمسة أخبية ملتحمة (إلى اليمين).

في الأسفل: ماكاداميا انتغريفوليا (بروطيّات)- بندق كوينزلاند أملس القشرة؛ موطنه الأصلي كوينزلاند - أستراليا- ثمار؛ ما يُعرف عامة «بالجوزة» هو البذرة الوحيدة الموجودة داخل القشرة الخضراء الجلدية (غلاف الثمرة) للثمرة الشبيهة بالعنبيّة؛ ينشقّ الغلاف في وقت لاحق على طول أحد الجانبين لكنّ الشق الضيّق لا يسمح للبذرة بالخروج.







الجُويزات

نجد شكلًا مختلفًا لافتًا للثمرة البسيطة وهي ثمرة تتفكّك، على الرغم من أنها تنمو من مبيض متحد الأخبية، إلى مكوّناتها الخبائية عندما تصبح ناضجة. تنقسم هذه الثمار المشقّقة الأخبية ثُميرتين أو أكثر، تتألّف كل ثُميرة منها من خباء كامل أو من نصف خباء. وتكون الثُّميرات عادة جافة وتظلّ مطبقة ولا تحتوي إلاّ على بذرة واحدة فقط، ما يجعلها تكاد تكون جوزات حقيقية. ونظرًا إلى كونها ثُميرات بدلاً من ثمار، فإنها تُدعى جُويزات بدلاً من جوزات. إن الثمار المشقّقة الأخبية هي الثمار النموذجية لفصيلة الجزر (خيميّات). ويمكن إيجاد أمثلة لهذا النوع من الثمار على أي رف توابل – كراويا وكمّون وكزبرة وأنيسون وشمار. وتُعدّ ثُميرات القيقب الجناحية (أنواع آسير، صابونيّات)، التي تشكّل زوجًا في الثمرة السليمة، مثلاً مألوفًا آخر للثمار المشقّقة الأخبية.

تمثّل ثُميرات الخيميّات وآسير خباءً واحدًا كاملاً. وفي فصائل أخرى، يذهب انقسام الثمرة إلى أبعد من ذلك. يتألّف عامة مبيض فصيلة النعنع (شفويّات) وفصيلة لسان الثور (حمحميّات) من خباءين متحدين، يتفصّصان لتشكيل أربع قطع. عند النضج، تنفصل القطع الأربع إلى جويزات أحادية البذرة، تتألّف كل منها من نصف خباء. حتى بالنسبة إلى العين المتمرّسة، فإن أنصاف الأخبية الحاملة للبذر في سالفيا (قصعين/ ناعمة) وأوريغانوم (مرو/ حبق الشيوخ) وثيموس (صعتر معروف) وغيرها من الشفويّات تبدو على نحو خادع كبذور حقيقية، ولهذا السبب يعدّها معظم الناس من البذور. وتُعد ثمرة «أوكنا ناتاليتيا، أخناسيّات) من الأمثلة الغريبة على الثمار المشقّقة الخباء. ففي أزهار الجنس أوكنا، لا تتحد الأخبية إلاّ عند القاعدة ولها قلم سمة مشترك. بعد أن تُلقَّح الأخبية وتُخصب، تنمو إلى ثُميرات نووية تقبع، مثل البيض حول حافة طبق، على محور زهري لحمي أحمر كبير.

الجراء

الثمار التي ينشق (يتفتّح) فيها غلاف الثمرة لكشف البذور أو إطلاقها تُدعى الجراء (م: جرو)/العُليبات. وهناك عدّة طرق مختلفة يمكن لغلاف الثمرة أن يتفتّح بها: من خلال مسام وعبر شق دائري يحدّد غطاء، أو بشقوق طولية منتظمة.

على سبيل المثال، تتفتّح جراء الخشخاش عبر حلقة من المسام تحيط بالقمة. تُقذف البذور عبر هذه المسام مثل الملح من المملحة في أثناء تمايل الثمار في الريح على سوقها الطويلة الرفيعة. ومن الجراء التي تتفتّح مع غطاء جراء الأناغاليس/حشيشة الحلمة/ عشبة العلق (أناغاليس ارفنسيس، ربيعيّات) والجفرصونية المزدوجة الورق (جفرسونيا ديفيلا، برباريسيّات) وقثاء الحمار (إكباليوم إلاتيريوم، قرعيّات) وشجرة القنّينة (لِسيثيس بيسونيس، لوسيتيّات/ قنّينيّات) من أميركا الجنوبية الاستوائية. غير أن غالبية الجراء تنشق على طول خطوط منتظمة، تتبع الحواجز (الجدران بين الأخبية المختلفة في الوزيم المتحد الأخبية) أو تنزل على طول وسط كل غُريفة (جوف الخباء الحامل للبذور). تُدعى الجراء من النوع الأوّل الجراء الحاجزية التفتّح،

الصفحة المقابلة: سكوتلّاريا أورينتاليس (شفويّات)- درقة شرقية؛ موطنها الأصلي جنوب أوروبا- جُويزة أحادية البذرة؛ على غرار ما نجد في النباتات الأخرى من هذه الفصيلة، ينقسم المبيض إلى أربعة فصوص وعندما ينضج، ينشق إلى أربع جُويزات أحادية البذرة، يبلغ طول كل منها 1.8 مم.

تفصيل لسطح جُويزة أحادية البذرة.









توابل شائعة من فصيلة الجزر (خيميّات)– من اليمين إلى اليسار:
بيمبينلّا أنيسوم (أنيسون؛ موطنه الأصلي من اليونان إلى مصر؛ يبلغ طول الثمرة 3.5 مم)؛ كاروم كارفي (كراويا؛ موطنها الأصلي منطقة المتوسّط؛ يبلغ طول الثمرة 6 مم)؛ كومينوم سيمينوم (كمّون؛ موطنه الأصلي منطقة المتوسّط؛ يبلغ طول الثمرة 5 مم)؛ أنيثوم غرافيولنس (شبث؛ موطنه الأصلي آسيا الوسطى؛ يبلغ طول الثمرة 4.5 مم)؛ تنمو ثمار فصيلة الجزر من مبيض متحد الأخبية مؤلّف من خباءين ينفصلان عند نضجهما لتشكيل جُويزات منفردة. في التوابل المبيّنة هنا، لا تزال الجُويزتان متّحدتين.



ويُدعى النوع الثاني الجراء الظهريّة / غريفية التفتّح أو الانفتاح. الجراء الحاجزية التفتّح أقل شيوعًا من الجراء الظهرية التفتّح؛ ومن الأمثلة على الجراء الحاجزية التفتّح نذكر القمعيّة (أنواع ديجيتاليس، حمليّات) والتيلندزية (أنواع تيلاندسيا، بروماليّات). ونجد الجراء الظهرية التفتّح الأكثر شيوعًا في عدد كبير من ذوات الفلقتين مثل قسطل الحصان/كستنة الحصان (إسكولوس هيبوكاستانوم، صابونيّات) والمجزاعة الغدّيّة (ايمباسينس غلاندوليفيرا، مجزاعيّات) وفي الكثير من وحيدات الفلقة مثل السوسن (أنواع إيريس، سوسنيّات) والثوم (أنواع أليوم، ثوميّات) والفريتيلاّريا (أنواع فريتيلاّريا، زنبقيّات).

توصف الجراء في معظم الحالات بأنها ثمار جافة لكن هناك استثناءات أبرزها الجراء اللحمية التي تنتجها المجزاعة الغدّيّة (ايمباسينس غلاندوليفيرا، مجزاعيّات) وقثاء الحمار (اكباليوم إلاتيريوم، قرعيّات) وزنبق الزنجبيل الاستوائي (أنواع هِديشيوم، زنجبيليّات). ومن أجل أن تكون الثمرة مطابقة للتعريف العلمي الضيّق للجرو، ينبغي ألا تكون متفتّحة فحسب، بل أن تنمو أيضًا من مبيض متحد الأخبية مؤلّف من خباءين متحدين أو أكثر. وهكذا تكون ثمرة الجفرصونية المزدوجة الورق، وهو نبات من فصيلة البرباريس (برباريسيّات) لا يملك سوى خباء واحد في الزهرة الواحدة، ثمرة جروية بالمعنى الضيّق وليست جروًا حقيقيًّا. وينطبق ذلك على فصيلة البقول الحبّية/البقوليّات (قرنيّات) حيث الثمرة النموذجية هي خباء وحيد يتفتّح على طول درز ظهري وبطني، ما يشقّ الثمرة نصفين. وتُسمّى ثمرتها الجروية، التي نراها في عدد كبير من النباتات المألوفة، الزينية منها (مثل الترمس والجلبان العطر) والصالحة للأكل (مثل الفاصوليا والفول والبسلّة والعدس)، بالقرن أو السنفة أو البقلة الحبّية. وإذا تفتّح خباء واحد على طول خط واحد (عادة على طول الجانب البطني)، مثلما يحدث في الثمار المتعدّدة التي تنتجها فصيلة الحوذان (حوذانيّات) والأنيسون النجمي (إيليسيوم فيروم، شيزندريّات) أو في الثمار المركّبة الشبيهة بالأكواز التي تنتجها البنقسية (أنواع بنكسيا، بروطيّات)، يُسمّى بالجراب.

جراء مطبقة

اكتسبت السنفات/القرون والأجربة أسماءها لعدم تطابقها مع تعريف الجرو الحقيقي؛ لم تفِ بمعيار واحد، وهو المبيض المتحد الأخبية. وفي حالات أخرى، يبدو عدد كبير من علماء النبات مستعدّين لتجاهل الأمر: على سبيل المثال، يشيرون إلى «ثمرة» الباأوباب (ادَنسونيا ديجيتاتا، خبّازيّات) بأنها جرو مطبق. تعطي الثمرة الكبيرة التي تنتجها شجرة الباأوباب انطباعًا عامًّا بأنها جرو لكنّها لا تنفتح، ما يفسّر الاسم «جرو مطبق» المتناقض ظاهريًّا. وتغلّف القشرة القاسية الجافة لثمرة شجرة الباأوباب- ولكن من دون أن تلتصق بها- ثلاثين بذرة، ما أدّى إلى الاسم «ثمرة يوضاس». تنغرس البذور في لبّ أبيض سهل التفتّت يُدعى «زبدة الطرطير». ويتمتّع هذا اللب بغناه بالفيتامين «ج» ويُستخدم لتحضير عصيدة لحديثي الولادة عندما تفتقر الأم إلى كمية

الصفحة المقابلة: أوكنا ناتاليتيا (اخناسيّات)- خشب البقس الساحلي؛ موطنه الأصلي أفريقيا الجنوبية- ثمرة غير ناضجة؛ في الجنس أوكنا، لا تتحد أخبية الزهرة إلاّ عند القاعدة وتنمو إلى ثُميرات نووية مستقلّة تقوم على محور زهري لحمي أحمر كبير.

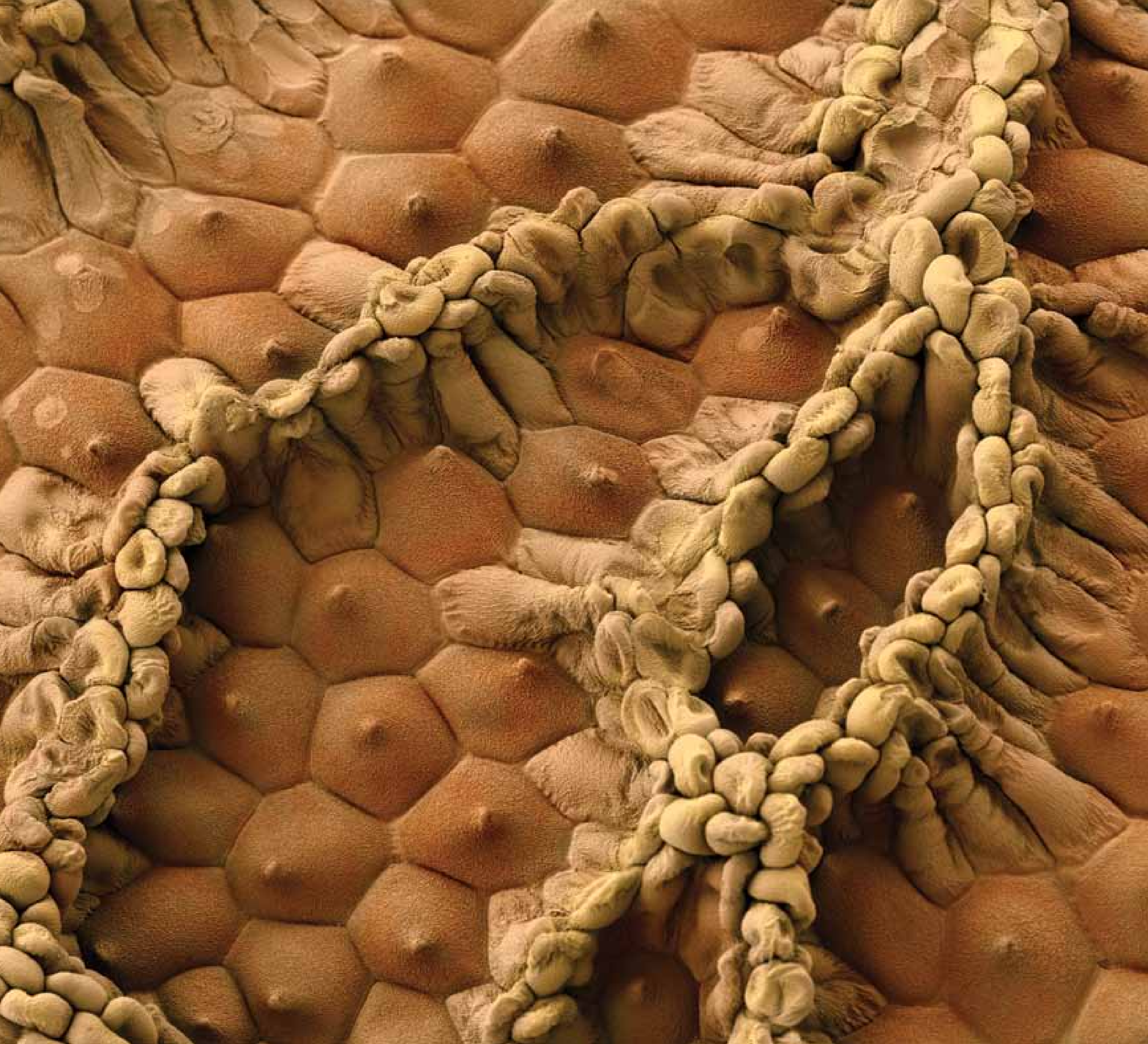
أدناه: سيكلامن غريكوم (ربيعيّات)- عرطنيثا يونانية؛ موطنها الأصلي اليونان وتركيا وقبرص- صورة قريبة لجرو بقطر نحو 1.5 سم. تقع الثمار بصورة استراتيجية على مستوى سطح الأرض حيث تتفتح بخمسة إلى سبعة مصاريع فتكشف عن بذور دبقة لها طبقة خارجية سكّرية تجتذب النمل الذي ينشرها.





نيجلاّ داماسينا (حوذانيّات)- شونيز دمشقي؛ موطنه الأصلي منطقة المتوسّط- بذرة؛ لا تكيّفات ظاهرة على طريقة معيّنة من الانتشار لكنّ البذرة تظهر نمطًا سطحيًّا معقّدًا. يتحقّق الانتشار عندما تُقذف البذور إلى الخارج بينما تتمايل الجراء في الريح؛ يبلغ طول البذرة 2.6 مم.

الصفحة المقابلة: نيجلاّ داماسينا (حوذانيّات)- شونيز دمشقي؛ موطنه الأصلي منطقة المتوسّط- تفصيل من غلاف البذرة.



كافية من الحليب، أو يُحضّر منه شراب منعش لمعالجة الحمّى والإسهال؛ ويمكن أن يُستخدم أيضًا كبديل خال من الكولستيرول لجبن البارميزان. ومن «القطع المربّعة» الأخرى في تعريف «الثقب المستدير» الذي يُعطى للجرو نذكر شجرة الجوز البرازيلي (برثوليتيا اكسِلسا). تستغرق ثمارها الخشبية الكبيرة أربعة عشر شهرًا لكي تنضج ويكون غلافها الخارجي قاسيًا جدًّا بحيث يحتاج الأمر إلى فأس لكسره.

في موطنه الأصلي، الغابة المطرية البرازيلية، لا يمكن لأي حيوان سوى الأغوطي المبعثر الخازن أن يقرض القشرة للوصول إلى البذور. وعندما يتمكّن الأغوطي، بعد الكثير من العمل الشاق بوساطة أسنانه الأمامية الحادة الشبيهة بالإزميل، من قرض ثقب في الغلاف الخارجي القاسي لثمرة الجوز البرازيلي، يجد عددًا من البذور أكبر مما يستطيع أكله في وجبة واحدة. فيقوم بالتالي من تخبئة بعض البذور وطمرها في التراب. ولا يمكن لأشجار بندق البرازيل الجديدة أن تنمو في البرّية إلاّ من البذور التي ينساها الأغوطي أو يخلّفها وراءه. ومن دون مساعدة هذه الحيوانات، لما استطاعت بذور شجرة بندق البرازيل الخروج من ثمرتها.

ثمار في فراش بروكرستيز

هناك عدد كبير من الثمار الأخرى الشبيهة بالجراء التي لا تنفتح وتأبى بالتالي أن تتقيّد بالتعريف العلمي للجرو. ومن الأمثلة على الجراء المطبقة نذكر الفليفلة (كابسيكوم أنووم، باذنجيّات) وقرون الكاكاو (ثيوبروما كاكاو، خبّازيّات) ومخلب الشيطان/العنكبوت الخشبي المؤذي (هارباغوفيتوم بروكومبنس، بيداليّات). ولقد عرف الإنسان منذ زمن بعيد طبيعة هذه المعضلة المفاهمية البشرية جدًّا. تخبر خرافة إغريقية قصة صاحب خان أسطوري خسيس يُدعى بروكرستيز عدّ فراشه المقياس المطلق في العالم. لكن هناك عادة رهيبة اتبعها كانت أكثر إرباكًا من موقفه العقلي الضيّق. لقد كان يدعو المسافرين الأبرياء للاستراحة في منزله في إيلوزيس وبعد أن يرقدوا، يربطهم بسريره. وإن لم يتطابق حجم ضيوفه السيّئي الطالع مع حجم السرير بشكل تام ودقيق، كان يعمد إلى مطّ أطرافهم أو قطعها حتّى يتناسب جسمهم مع السرير. ولا بد من أن المسافرين القدامى قد شعروا بالارتياح الشديد عندما قام ثيزيوس بإرغام بروكرستيز على التمدّد في فراشه وجعله يناسب حجم سريره بقطع رأسه وقدميه، فهزمه بالتالي بطريقته.

لم يكن سرد قصّة بروكرستيز يستحقّ العناء لو أن خلق التعبير المتناقض ظاهريًّا «جرو مطبق» هو المثال الوحيد من نوعه. والتعابير الأخرى التي تُعطى للثمار وتجتمع فيها لفظتان متناقضتان في محاولة بروكرستيزية لتحقيق التطابق بالعنوة هي «النووية الجافة» (لجوزة الهند) و«النووية المتفتّحة» (للوزة) و«العنبيّة المتفتّحة» (لجوزة الطيب). ومن أجل ملاءمة أنواع الثمار هذه والكثير غيرها- خصوصًا ثمار المناطق الاستوائية- مع تصنيف منطقي وعلمي، خلق لها علماء النبات عددًا زائدًا من الكلمات التقنية والتعريفات، ما أدى إلى وضع أكثر من 150 تعبيرًا علميًّا للثمار.

إيليسيوم فيروم (شيزندريّات)- أنيسون نجمي؛ موطنه الأصلي جنوب الصين وفيتنام (لا يُعرف إلاّ مزروعًا)- ثمرة غير ناضجة، مثلما تُباع تجاريًّا للاستخدام كتابل في المطبخ. تنشأ الثمرة من وزيم سائب الأخبية وهي تُصنّف بالتالي كثمرة متعدّدة؛ ينمو كل خباء منفرد ليشكّل جرابًا أحادي البذرة؛ يبلغ قطر الثمرة 4 سم.



ثمار كاذبة

مثلما أن تصنيف الثمرة من الناحية المورفولوجية ليس بالأمر البسيط، فمن الصعب أساسًا تحديد ماهية الثمرة بصورة علمية. في القرنين السابع عشر والثامن عشر، وذلك قبل وقت طويل من أخذ البنية المفصّلة للوزيم في الاعتبار، بدا تعريف الثمرة مهمة سهلة. وفي عام 1694، عرّف جوزف بيتون دي تورنفور (1656 – 1708) الثمرة ببساطة بأنها نتاج زهرة. بعد ذلك بأقل من قرن واحد، توصّل كل من كارل فون لينيه (1707 – 1778) في كتابه (1754) «سبيسيز بلانتاروم» وجوزف غارتنر (1732 – 1791) في كتابه الشهير «دي فروكتيبوس و سيفينيبوس بلانتاروم» إلى أن الثمرة هي مبيض ناضج. قد تبدو بساطة هذين التعريفين معقولة ظاهرًا وجذّابة، لكنّها تأتي مع مجموعة من العواقب غير المحتملة. على سبيل المثال، لا يمكن اعتبار الثمار المركّبة التي تنمو من أكثر من زهرة واحدة ثمارًا وفقًا لهذه التعريفات، وكذلك هي حال الأعضاء الحاملة للبذور عند عاريات البذور لأنها تفتقر إلى الأخبية التي تشكّل مبيضًا. فمن المفاجىء بالتالي أن عددًا كبيرًا من علماء النبات لا يزالون يتبعون مفاهيم القرنين السابع عشر والثامن عشر التقليدية، والتي عفا عنها الزمن. يعتقدون أن الثمار الحقيقية لا بد من أن تنشأ من زهرة واحدة أو، أسوأ من ذلك، من وزيم زهرة واحدة فقط. وإذا اشتركت أي أجزاء من الزهرة غير الأخبية في تشكيل الثمرة، يدّعي الكثير من الكتب العلمية – وفق التقليد البروكرستيزي الخالص– أنها ثمرة كاذبة (بسودوكارب). ونظرًا إلى كون التعبير «ثمرة كاذبة» بروكرستيزيًّا، فهو بالطبع متناقض، من حيث إنه يشير إلى نوع ثمرة ليس من المفترض أن يكون ثمرة. وفي محاولة بطولية لإحلال النظام في فوضى تصنيف الثمار، اقترح رتشارد سبيوت (1994) الكلمة «ثمرة زهرية» (أنثوكارب) المناسبة أكثر للثمار حيث تدوم الأجزاء الزهرية المعلّقة وتنمو لتشكيل جزء لا يتجزّأ من الثمرة الناضجة (من اليونانية: «أنثو» = زهرة + «كاربوس» = ثمرة). ويعود إلى سبيوت أيضًا الفضل في إعطاء تعريف علمي دقيق للكلمة «ثمرة» يسمح لعلماء النبات بأن يسمّوا للمرّة الأولى الأعضاء الحاملة للبذور في عاريات البذور «ثمارًا حقيقية».

تأثير الفريز

الفريز/ توت الأرض هو المثل المفضّل في الكتب العلمية للثمرة الكاذبة (أو ثمرة زهرية) لأن معظم القسم الصالح للأكل مشكّل من محور الزهرة التي تنغرز فيه الأخبية (الثمار المتعدّدة) الكثيرة المنفصلة. تشكّل الأخبية الفردية في حبّة الفريز الناضجة جُويزات أحادية البذرة، تظهر كحبيبات بنية صغيرة منغرسة في سطح الثمرة. وما نراه كشعور أو أهلاب هو بقايا أقلام السمة، التي تتعلّق واحدة منها بكل جُويزة.

تشمل الثمار الزهرية الأخرى التفّاح وثمار الورد البرّي والرمّان (لها جميعها أنابيب زهرية لحمية) والأناناس (نظام ازهرار لحمي) وكل ما يُصنّف كثمرة أحادية البذرة ذات شعور (مظلّية، سيبسيلا). بعض أروع الأمثلة عن الثمار الزهرية هي تلك التي تنتجها نباتات فصيلة الشوريا، مجنّحيات الثمر)،

برثوليتيا اكسيلسا (لوسيتيّات)– جوز برازيلي؛ موطنه الأصلي البرازيل– ثمرة خشبية كبيرة تحمل ثقبًا من صنع حيوان يسمح برؤية بذرة متأكّلة. في موطنه الأصلي، غابة المطر البرازيلية، تسقط الثمار الناضجة إلى الأرض حيث يشكّل الأغوطي (قارض بني بحجم هر) الحيوان الوحيد القادر على قرض غلاف الثمرة للوصول إلى البذور. يأكل الأغوطي بعض البذور ويخبّىء البقية ليأكلها لاحقًا. تنتش البذور المتروكة في المخبأ الذي نسيه الأغوطي بعد 12 إلى 18 شهرًا وتنمو إلى أشجار جديدة؛ يبلغ طول الثمرة الظاهرة في الصورة 10 سم.



وهي أشجار عملاقة تشكّل المكوّن الغالب للغابات المطرية التي تغطّي المناطق القليلة الارتفاع في جنوب شرق آسيا. تحيط كأسيات الزهرة الخمس الدائمة بجوزاتها الأحادية البذرة الكبيرة. ووفقًا للجنس، تتضخّم كأسيّتان (ديبِتروكاربوس، هوبيا، فاتيكا) أو ثلاث (شوريا) أو الكأسيّات الخمس كلّها (دريوبالانوبس) إلى حد كبير خلال نضج الثمرة، ما يسمح للثمار المنتشرة بوساطة الريح بالطيران كالطوّافة في رحلتها الطويلة إلى الأرض. ونظرًا إلى أن أجنحتها ليست من نتاج المبيض، مثلما يحدث في الثمار الجناحية الحقيقية (سامارا)، فإنها تُدعى جناحيّات كاذبة (بسودوسامارا).

تحدّد بنية الزهرة الموروثة، ولا سيّما الوزيم، قسمًا كبيرًا من مورفولوجيا الثمرة. ومع ذلك، فإن هناك أنواع ثمار أكثر من أنواع الأوزمة. ويشكّل تنوّع الثمار إثباتًا على المرونة الهائلة التي تطوّرت بها كاسيات البذور وتنوّعت. ومن بين جميع الثمار، تبيّن الثمار الزهرية بأفضل طريقة كيف طوّرت جميع التعديلات وجميع توليفات الأعضاء التي يمكن تصوّرها لتحقيق هدفها: نشر بذورها بنجاح.

انتشار الثمار والبذور

بخلاف الحيوانات، تتجذّر النباتات في الأرض وتثبت في مكان واحد. وبالتالي، تشكّل البذرة بالنسبة إلى غالبية النباتات المرحلة الوحيدة في حياتها التي تكون فيها متحرّكة. والانتقال كبذرة يعطي النبتة فرصة فريدة لتفادي المنافسة غير المرغوب فيها وغيرها من الظروف والأخطار غير المؤاتية مثل الضواري التي تجتذبها النباتات الأم. في معظم الحالات، ليس مفيدًا بالنسبة إلى البذرة أن تنتش في مكان نشأتها، إذ تُضطر البادرة اليافعة إلى التنافس من أجل الحصول على الضوء والماء والمغذّيات، ليس مع أخواتها فحسب، بل أيضًا مع النبتة الأم. ولهذا السبب غالبًا ما طوّرت الثمار والبذور تكيّفات خاصة سمحت لها بالارتحال. ويمكن أن تكون هذه التكيّفات الوظيفية ظاهرة وجميلة، تشكّل بنى تشبه قطعًا هندسية متطوّرة. لذا فمن غير المفاجىء أن يكون انتشار الثمار والبذور قد أثار دهشة علماء الأحياء وعامة الناس منذ زمن بعيد.

تتغيّر طبيعة وحدة الانتشار (الدياسبور) وفقًا لنوع الثمرة. في الثمار المتفتّحة (الجروية)، التي تفتح لإطلاق بذورها، تقوم البذرة نفسها بوظيفة وحدة الانتشار. أمّا الثمار أو الثميرات التي تبقى مطبقة (العنبيّات والنوويّات والجوزات والجويزات) فتنتشر مع البذور. في الأعشاب المتدحرجة مثل الحُرض الشائك (سالسولا كالي، قَطيفيّات) وقطيفة الذيل/ذيل الثعلب (امارانثوس كوداتوس، قطيفيّات)، تعمل النبتة كلّها كوحدة انتشار. وبغض النظر عن طبيعة وحدات الانتشار، تتبع النباتات أربع استراتيجيّات انتشار رئيسية: يمكنها الاعتماد على العمليات الطبيعية (الانتشار الريحي أو المائي)؛ أو تحمل ثمارًا تنشر بذورها بنفسها على نحو فاعل (الانتشار الذاتي)؛ أو تغري سعاة من الحيوانات وأحيانًا تستعبدها لتخدمها (انتشار حيواني). هذا التنوّع الهائل لوحدات الانتشار التي نجدها في النباتات البذرية هو في معظمه نتيجة تكيّفات على آليّات الانتشار الأربع هذه. وتنعكس عادةً الاستراتيجية التي تستخدمها وحدة الانتشار في «الجِشتالت» * الخاصة بها وتظهر عبر متلازمة محدّدة من الخصائص التي تشمل اللون والنسيج والحجم.

* الجشتالت بنية أو صورة من الظواهر الطبيعية أو البيولوجية أو السيكولوجية متكاملة بحيث تؤلّف وحدة وظيفية.





ثمار فصيلة الشوريا (مجنّحيات الثمر)- موطنها الأصلي جنوب شرق آسيا- وفقًا للجنس النباتي، تتضخّم كأسيّتان (ديبتروكاربوس) من كأسيّات الزهرة الخمس، أو ثلاث (شوريا) أو جميعها (دريوبالانوبس) وتنمو إلى أجنحة مع نضوج الثمرة. وبما أن الأجنحة ليست مكوّنة من غلاف المبيض، مثلما يحدث في الثمار الجناحية الحقيقية، تُدعى ثمار مجنّحيات الثمر ثمارًا جناحية كاذبة. من اليسار إلى اليمين ومن الأعلى إلى الأسفل: ديبتروكاربوس كوستولاتوس (كروينغ كيباس، ملايية، بطول 18.5 سم)؛ دريوبالانوبس اروماتيكا (كابور، ملايية، بطول 8.5 سم)؛ ديبتروكاربوس غرانديفلوروس (كروينغ بلمبينغ، مالايية، بطول 25 سم)؛ ديبتروكاربوس كورنوتوس (كروينغ غومبنغ، مالايية، بطول 15 سم)؛ شوريا ماكروفيلا (أنكبنغ جنتونغ، مالايية، بطول 12.5 سم). وغالبًا ما تشكّل نباتات فصيلة الشوريا مكوّنًا في الغابات المطرية الاستوائية التي تنمو على ارتفاع منخفض وتُستغلّ لخشبها الثمين.



الانتشار الريحي

في المناخات كافة، يعهد عدد كبير من النباتات ببذوره إلى الريح. ونظرًا إلى أن الانتشار الريحي هو ممارسة شائعة جدًّا، فتنوّع وحدات الانتشار/الدياسبورات المنتشرة بوساطة الريح هائل ويمكن تخصيص كتاب كامل لهذه الدياسبورات. من الناحية البنوية، غالبًا ما تمثّل البذور وحدات الانتشار المنتقلة في الجو، وفي حالات أقل الثمار المطبقة (وعادةً الأحادية البذرة). وللانتشار الريحي الكثير من الحسنات. ويمكن للتيّارات الهوائية القوية أو للعواصف أن تحمل ثمرة أو بذرة إلى مسافة بعيدة، وأحيانًا إلى مسافة عدّة كيلومترات. والسفر على جناح الريح عملية بخسة أيضًا بما أن المكافآت الغنية بالطاقة المستخدمة لاجتذاب الحيوانات الناشرة غير ضرورية في هذه الحالة. لكن هناك عاملًا سلبيًّا مهمًّا في الانتشار الريحي: يتوقّف توزيع وحدات الانتشار على اتجاه الريح وشدّتها. وبالتالي فإن الانتشار الريحي انتشار اتفاقي وهو بذلك يتسبّب بكثير من الهدر. إن معظم البذور المنتشرة بوساطة الريح آيلة للهلاك لأنها لا تنجح في بلوغ مكان مناسب يمكنها أن تنمو فيه إلى نبتة جديدة. وهكذا ينبغي استثمار جزء من الطاقة التي تم توفيرها في المكافآت التي تُعطى لاجتذاب حيوانات ناشرة أكثر ثقة في إنتاج عدد أكبر من البذور. على سبيل المثال، يمكن أن يحتوي جرو واحد من زهرة سحلبية حتى أربعة ملايين بذرة شبيهة بالغبار.

تُظهر الدياسبورات المنتشرة بوساطة الريح بعض التكيّفات الوظيفية الواضحة. بنيتها وشكلها مكيّفان للتعلّق في الهواء قدر المستطاع ولزيادة طفويّتها في الهواء. ويمكن تحقيق ذلك بوساطة زوائد مثل الأجنحة والشعور، أو بغلاف بذرة أو ثمرة خفيف جدًّا، أو بضمّ حجرات هوائية، أو بمجموعة من هذه التكيّفات. ومهما تكن الأعضاء المشتركة، فإن الأنسجة التي تتكوّن منها هذه البنى تتألف عادةً من خلايا ميتة مليئة بالهواء لها جدران رقيقة من أجل تخفيف الوزن وتحقيق أدنى كثافة إجمالية ممكنة في وحدة الانتشار.



وحدات انتشار مجنّحة

تكثر الثمار والبذور المزوّدة بأجنحة والمنتشرة بوساطة الريح في عاريات البذور وكاسيات البذور. ووفقًا لما إذا كانت وحدة الانتشار/الدياسبور بذرة أو ثمرة يمكن أن يتكوّن الجناح من غلاف البذرة أو من كأسيّات الزهرة المتضخّمة أو من الأوراق (القنابات) الممتدّة تحتها. ويمكن أن يُعبَّر عن الأجنحة ببنية واحدة أحادية الجانب أو نصلين متقابلينَ أو حلقة متّصلة تحيط بمحيط وحدة الانتشار أو أجنحة متعدّدة. ويحدّد شكلُ الأجنحة وانتظامها خاصيّات طيران وحدة الانتشار.

وحدات انتشار تحمل جناحًا جانبيًا واحدًا

في «بذور» القيقب (التي هي في الحقيقة تُميرات ثمرة مشقّقة الأخبية) وفي الثمار الجناحية التي تطرحها أشجار الدردار، يسمح الجناح الوحيد الأحادي الجانب بطيران شبيه بطيران الطوّافة العمودي. وخلال طيرانها تدور وحدة الانتشار حول مركز ثقلها، الواقع في طرف الثمرة السميك الحامل للبذور. ونجد ثمارًا مشابهة جدًّا لها في فصيلة البقوليّات (مثلاً تيبوانا تيبو ولوتزيلبورجيا



تيليا كورداتا (خبّازيّات)- زيزفون قلبي؛ موطنه الأصلي أوروبا- الثمرة الناضجة (المركّبة) هي عنقود من الجوزات الصغيرة الكروية يغطّيها شعر بنّي ضارب إلى الرمادي. تنشأ الجوزات في عنقود متدلٍّ على سويق من نظام الازهرار، الذي يحاذي في جزء منه قنابة كبيرة تعمل كجناح لإنزال الجوزات عموديًّا وبلطف إلى الأرض؛ يبلغ طول الثمرة كلّها نحو 8 سم.



سنترولوبيوم ميكروكَيت (قرنيّات)- ترارا أماريّا/خشب الكنار؛ موطنها الأصلي أميركا الجنوبية- ثمرة جناحية لها جناح جانبي واحد متّصل بالجزء الحامل للبذرة المغطّى بالأشواك؛ يبلغ الطول الإجمالي نحو 15 سم. نجد أكبر الثمار الجناحية من هذا النوع في نوع قريب هو شجرة الخشب المخطّط البرازيلية «سينترولوبيوم روبوسلوم» التي يمكن أن يصل طول جناحها إلى 30 سم.

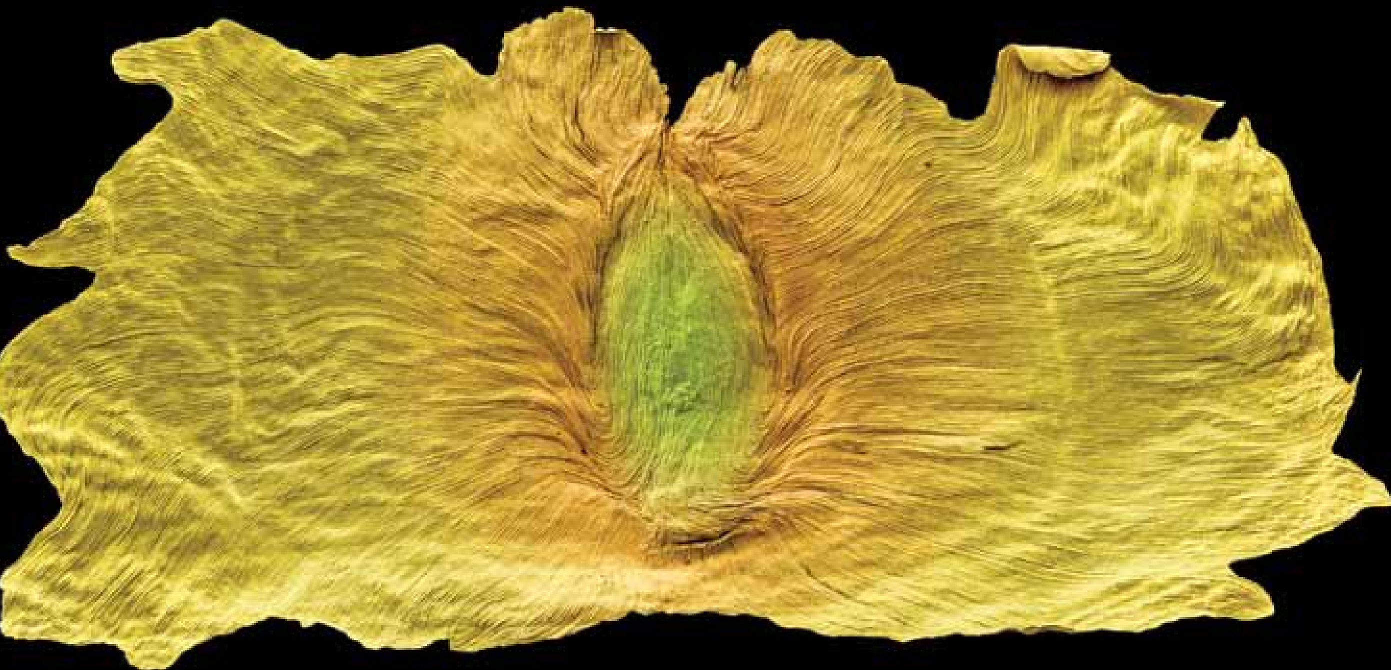
أوريكولاتا)، التي ينتمي أكبرها إلى شجرة الخشب المخطّط البرازيلية (سنترولوبيوم روبوستوم). إن الجناح الضخم الذي تحمله هذه الثمرة الجناحية- يمكن أن يصل طوله إلى 30 سم- معلّق بالجزء الكبير الحامل للبذور والمغطّى بالأشواك. ويقوم أيضًا البلّوط الأنثى/الكزوَرينا، من جنس كزوَرينا في فصيلة البلّوط الأنثى الغامضة، بطرح بذوره الموجودة داخل ثمار جناحية بجناح واحد. وعادةً لا يزيد طول ثمارها الجناحية الصغيرة على سنتيمتر واحد وتُطلَق من هريرات معقّدة شبيهة بالأكواز. تمثّل هذه الهريرات ثمارًا مركّبة تحيط فيها ورقتان صغيرتان (قُنيبات) بإحكام بكل ثمرة جناحية، ولا تفتحان إلاّ عندما تنضج الثمار. تعطينا شجرة الزيزفون القلبي (تيليا كورداتا، خبّازيّات) مثلاً مألوفًا عن الثمرة الجناحية المركّبة. هنا، تحاذي قنابة كبيرة جزءًا من سويق نظام الازهرار. وفي وقت لاحق، تعمل القنابة كجناح يقوم بإنزال مجموعة من الجوزات بلطف إلى الأرض في دوران عمودي.

نجد وحدات انتشار لها شكل مماثل ولكن تمثّل بذورًا أحادية الجناح بدلاً من الثمار في كل من عاريات البذور وكاسيات البذور. ففي عاريات البذور، نجد مثل هذه البذور في الأروكارية (أنواع أريوكاريا، أروكاريّات) والكثير من نباتات فصيلة الصنوبر (صنوبريّات) مثل الصنوبر (أنواع بينوس) والراتينجية (أنواع بيسيا) والتنّوب (أنواع أبيِس) والأرزيّة (أنواع لاريكس) والأتسوغة (أنواع تسوغا). ولا يتكوّن جناح هذه البذور من غلاف البذرة، كما في كاسيات البذور، ولكن من قطعة من سطح الحرشف تنفصل عنه مع البذرة. في الكثير من أنواع الصنوبر (مثل الصنوبر الأميركي،بينوس بنكسيانا) تبقى الأكواز/المخاريط على الشجرة لعدّة سنوات ولا تفتح إطلاق بذورها إلاّ بعد أن تحرقها النيران. وتُعرف هذه الأكواز التي تتأخّر في التفتّح بالمئخارة .

في كاسيات البذور، تطوّرت البذور الأحادية الجناح على نحو مستقل في مجموعة واسعة جدًّا من الفصائل، مثل فصيلة الحرابية (الحرابيّات/القاتيّات؛ مثل هيبوكراتيا بَرفيفوليا) وفصيلة الماهوغوني (أزادرختيّات، مثل ماهوغوني كوبا، سوياتينيا ماهاغوني) وفصيلة الخبّازة (خبّازيّات، مثل بتيروسبِرموم أسيريفوليوم) وفصيلة الألتنجيّات (مثل الميعة السائلة الأميركية، ليكويدَمبر ستيسراسيفلوا) والفصيلة البروطية (بروطيّات، مثل بَنكسيا و هاكيا). ينتج بعض هذه النباتات ثمارًا مثيرة للاهتمام. تُطلَق البذور الجناحية الصغيرة التي تحملها الميعة السائلة الأميركية من عنقود كروي صغير من الأجربة الصغيرة (ثمرة مركّبة) يشبه بشكل غريب نجمة الصباح. وتقوم أيضًا نباتات الجنس الأسترالي «بانكسيا» بإطلاق بذورها الجناحية من ثمار خشبية مركّبة لكنّ أكوازها تشبه أكواز عاريات البذور ومثل أكواز الصنوبر الأميركي، غالبًا ما تكون ثمار «بانكسيا» مئخارة. إن هذه الثمار المطبقة بإحكام مدرّعةٌ بالشكل الكافي لمقاومة الضواري والنيران، وتبقى معلّقة بالنبتة لسنوات ولا تفتح إلاّ بعد أن تقضي النيران على النبتة الأم. بعد تعرّضها للحرارة الشديدة، تفتح ثميرات (أجربة) «أكواز» بَنكسيا بسرعة لتطلق كل واحدة منها زوجًا من البذور الجناحية.



آسير بسودوبلاتانوس (صابونيّات)- قيقب دُلبي كاذب؛ موطنه الأصلي أوروبا وغرب آسيا- ثميرة؛ تنمو ثمار القيقب من خباءين متحدين ينفصلان إلى جُويزتين جناحيّتين أحاديّتي البذرة عند نضجهما؛ يبلغ طول الثميرة نحو 5 سم.



وحدات انتشار بجناحين

تقوم وحدات الانتشار (الدياسبورات) ذوات الجناحين الأفقيين المتقابلين بالدوران على محورها الطولي أو بالانزلاق بلطف في الهواء على التيّارات الهوائية الصاعدة. وتتميّز فصيلة الزاحفة البوقية (بغنونيّات) ببذور ذات جناحين رقاقيّين. وللكثير منها جناحان متقابلان، مثل جناحيّ شجرة اللهب الأفريقية/شجرة التوليب الأفريقية (سباثوديا كَمبانولاتا) وعريشة وونغا وونغا (باندوريا باندورانا) ومشط القرد (بيثِكوكتنيوم كروسيجِروم) والتيكومة الواقفة (تيكوما ستانس) . ونظرًا إلى وجود قدر أقل بكثير من الريح في الغابات المطرية الاستوائية مقارنة بمناخاتنا المعتدلة، فمن غير المفاجيء أن نجد أكبر باع جناح على الإطلاق لدى البذور المنزلقة في أدغال إندونيسيا. ويمكن أن يبلغ عرض بذور النبتة المعترشة ألسوميترا ماكروكاربا، من فصيلة القرع (قرعيّات) 12 سم. تُطلَق هذه البذور من ثمار كبيرة شبيهة بالقدر في أعلى الظلة الشجرية وتجتاز مئات الأمتار في الظروف المؤاتية. ويُقال إن مهندسي الطيران الأوائل اتخذوا شكلها الأيروديناميِ كنموذج لتصاميم الأجنحة.

وحدات انتشار لها أكثر من جناحين

تقوم وحدات الانتشار/الدياسبورات المجهزة بأجنحة قمّية متعدّدة، مثل الثمار الجناحية الكاذبة «بسودوساماراس» التي تحملها فصيلة مجنّحيّات الثمر، بحركة دورانية سريعة شبيهة بحركة وحدات الانتشار الأحادية الجناح. ووفقًا لشدّة الريح، تتبع الثمار ذات الأجنحة الجانبية المتعدّدة مسارًا أقل انتظامًا، فترفرف أو تدور بسرعة في طريقها إلى الأرض. نجد أمثلة لافتة عن هذه الثمار في فصيلة القمبريط (قمبريطيّات) وفصيلة الخبّازة (خبّازيّات) يمكن أن يصل قطر الثمار الرباعية الأجنحة التي تحملها كُمبرتوم زيهيري (قمبريطيّات)، وهي شجرة من أفريقيا الجنوبية، إلى 8 سم. وهناك أيضًا ثمار شبيهة لها في المظهر ولكن أكبر في الحجم وتحمل عددًا أكبر من الأجنحة وهي ثمار شجرة كويبو التي تنتمي إلى الفصيلة الخبّازية (كافانيلسيا بلاتانيفوليا) وهي شجرة عملاقة بعلو 40 م تنمو في الغابة المطرية في أميركا الوسطى.

على مقياس أصغر بكثير، نجد البذور الجناحية البالغة الصغر التي يحملها بعض أنواع العائق/ دلفينيون (أنواع كونسوليدا ، أنواع دِلفينيوم، حوذانيّات) وهناك كساء من الرقاقات الورقية القوام منتظمة في شكل لولبي حول المِحور الطولي لبذور دلفينيوم بِريغريموم ودلفينيوم ركياني وكونسوليدا أوريانتاليس ، ويعمل هذا الكساء كجهاز يلتقط الريح، التي تحمل البذور وتُخرجها من ثمارها لتنفخها على الأرض إلى مسافة تتجاوز ظل النبتة الأم.

وحدات انتشار قرصية الشكل

يشمل الاحتمال الرابع وحدات انتشار مجهّزة بجناح متّصل يحيط كحلقة بالجزء المركزي الحامل للجنين. وبوجود مركز الثقل في الوسط، تنزلق وحدات الانتشار هذه ببطء إلى الأرض راسمةً حلقات كبيرة في الهواء الساكن، لكنّها تدور بسرعة أو ترفرف في الريح. ومن النباتات التي

الصفحة المقابلة: استيانثوس فيميناليس (بغنونيّات)- أتشوتشيل/تشيلكا؛ جُمع في المكسيك – بذرة؛ مثل الكثير من الأنواع الأخرى في فصيلة الزاحفة البوقية، تملك هذه الشجرة الصغيرة من المكسيك وأميركا الوسطى بذورًا ذات أجنحة رقاقيّة. وعلى الرغم من تشابهها في المظهر، فإن بذور أتشوتشيل/تشيلكا أصغر 13 ضعفًا من بذور نسيبها مشط القرد؛ يبلغ باع الجناح 5.6 مم.

أدناه: بيثيكوكتينيوم كروسيجيروم (بغنونيّات)- مشط القرد؛ جُمع في المكسيك- بذرة منتشرة بوساطة الريح تحمل جناحين أفقيين متقابلين. يعيّن خط التلاحم مركز البذرة القلبي الشكل الحامل للجنين، ويمتد على شكل خط نافر من النقير الداكن في وسط البذرة تمامًا. ووفقًا لفولكلور يوكاتان المحلّي في المكسيك، تظهر إلهة الأدغال عند المايا، إكساتاباي، في القرى المعزولة على شكل امرأة جميلة، تسرّح شعرها بثمار هذا النبات المعترش الخشنة السطح. تنزلق البذور التي لها هذا الشكل بلطف في الأيّام الهادئة أو تدور حول محورها الطولي في الريح؛ يبلغ باع جناح البذرة الإجمالي 7.6 سم.









بذور عائق/دلفينيون (حوذانيّات) تكتسي ثوبًا من الرقاقات الورقية منتظمة بشكل لولبي وتساعد على الانتشار الريحي؛ من اليسار إلى اليمين: دلفينيوم بِرِغرينوم (موطنه الأصلي منطقة المتوسّط؛ يبلغ قطرها 1.3 مم)؛ دلفينيوم ريكياني (موطنه الأصلي جنوب فرنسا وكورسيكا وسردينيا؛ يبلغ طول البذرة 2.6 مم)؛ كونسوليدا أورينتاليس (موطنه الأصلي جنوب أوروبا؛ يبلغ قطر البذرة 1.8 مم).

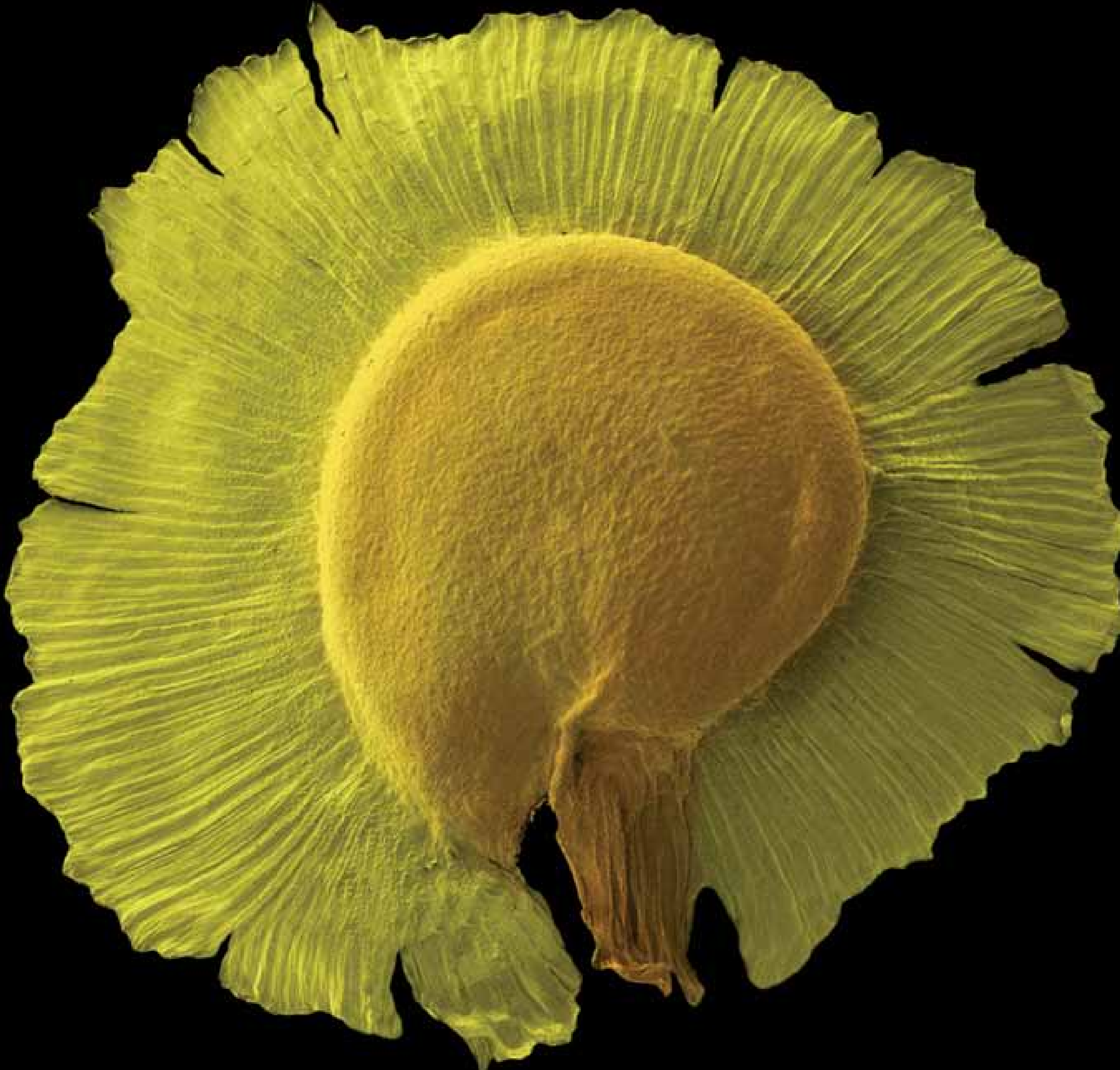
تنتج ثمارًا جناحية أحادية البذرة نذكر البوقيصا /الدردار (اولموس، درداريّات) والجناحية الثلاثية الوُريقات (بتيليا تريفولياتا، سَذابيّات)، التي تحمل ثمارًا جناحية ذات أنماط سطحية جميلة، والشُبُهان الشائك (باليوروس سبينا- كريستي، سِدريّات) والساج البرّي (بتيروكاربوس انغولنسيس)، وهي شجرة أفريقية من فصيلة البقوليّات (قِرنيّات) تحمل ثمارًا ليست لافتة بسبب حجمها فحسب، بل أيضًا بالشعور الشوكية التي تغطّي الجزء الحامل للبذور.

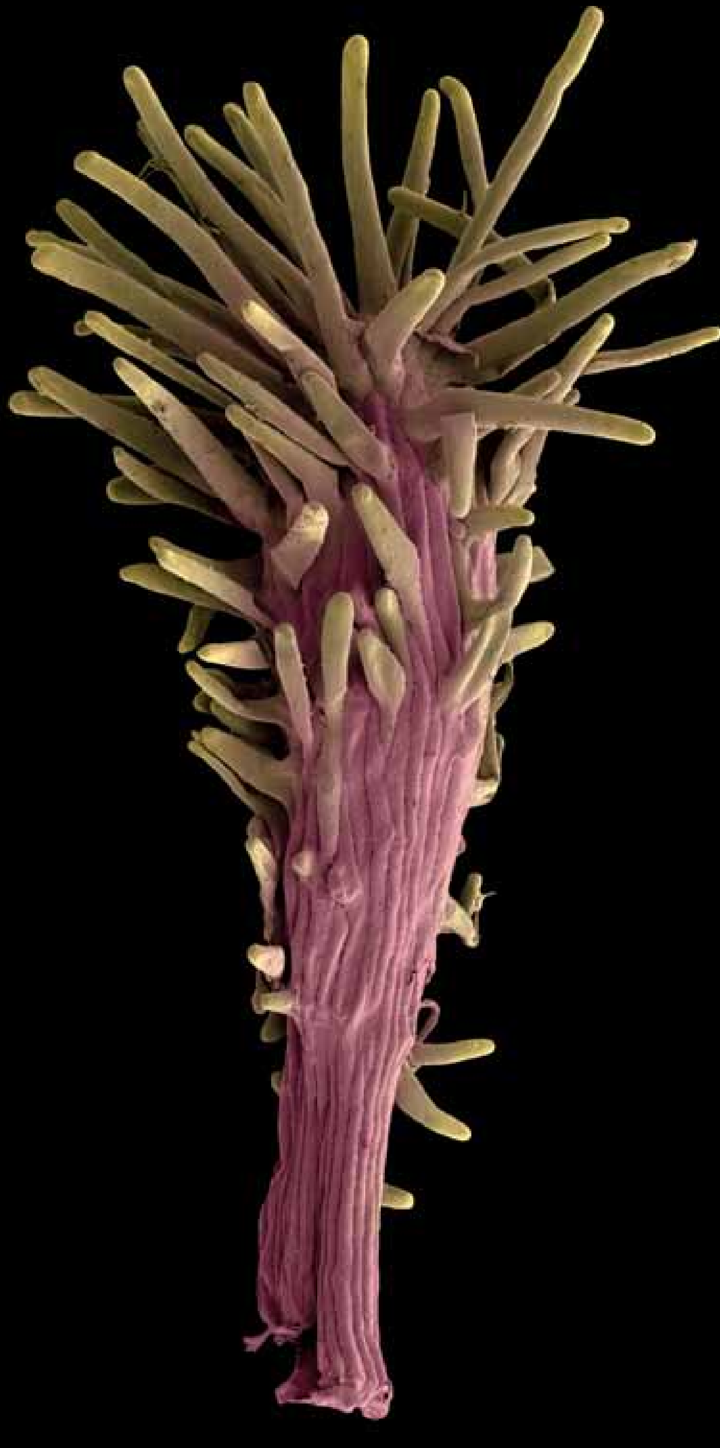
ونجد أيضًا أجنحة محيطية في البذور المنتشرة بوساطة الريح، ولا سيّما في بعض أعضاء فصيلة البغنونيّات. تملك شجرة الجكرندة الميموزيّة الورق الرائعة (جاكاراندا ميموسيفوليا) وشجرة الكتلبة الهندية (كاتالبا بغنونيويدس) الرائجة الاستعمال في الزينة تملك بذورًا مسطّحة رقيقة جدًّا تحمل جناحًا عريضًا يحيط بالجزء الحامل للجنين. ومن الأشجار الأخرى التي تكثر زراعتها أيضًا – وهي شبيهة في مظهرها بالكتلبة وتحمل مثلها بذورًا جناحية تشبه بذور البغنونيّات- هناك البولُفنية (بولونيا تومنتوسا). ولكن على الرغم من شبهها السطحي الشديد بالكتلبة، فإن خصائصها التشريحية تضعها في فصيلة خاصة بها (بولفنيّات) حيث هي النبات الوحيد الشبيه بالشجرة بين مجموعة من النباتات العشبية. أمّا بذور الفيلية الوردية (فيلّيا روزيا) من فصيلة الكودينيا (كودينيّات) الرقيقة كالورق فمحيطها يكاد يكون دائريًّا ولها مركز مزيّن بنمط معقّد. ونجد أمثلة بالغة الصغر من البذور القرصية الشكل في الكَتّانية الشائعة (ليناريا فولغاري، حمليّات) والإسبرغولة المتوسّطة (سبرغولاريا ميديا، قرنفليّات) يتراوح قطر بذور الكتّانية الشائعة بين 1.5 مم و2 مم، ما يجعلها في المعدّل أكبر قليلاً من بذور الإسبرغولة، التي نادرًا ما تتجاوز الـ 1.5 مم. تأتي بذور نبات نيميسيا فيرسيكولور (حمليّات) الجنوب أفريقي، وهو قريب الكتّانية، بشكل وحجم مشابهين لكنّها تتميّز بنمط سطحي معقّد يشبه تحفة من الرسم الهندسي بالأشعة فوق الضوئية.

شعر وريش ومظلّات

إن الثمار الأثقل وزنًا المنتشرة بوساطة الريح مجهّزة بأجنحة أيروديناميكية، غير أن وحدات الانتشار الصغيرة يمكنها أن تتدبّر أمرها بمجرّد بضع ريشات، تعطيها ما يكفي من المقاومة للهواء لكي تطفو لمسافة أميال على نسمة خفيفة. وهناك إمكانيّات متعدّدة لانتظام الشعور (خلايا طويلة ممتلئة هواءً) على وحدة الانتشار. وفي الحالة الأبسط، تغطّي الشعور وحدة الانتشار كلّها. وفي بعض أنواع الدوديّة (مثل إيبوموبا كيتوينسيس، محموديّات) ينتج غلاف البذرة شعورًا طويلة كثيفة. ونجد بذورًا مماثلة في بعض نباتات فصيلة الخبّازة (خبّازيّات) وأشهرها القطن (غوسيبيوم هرباسيوم): الرقع على ثيابنا هي إثبات على الفائدة الكبيرة لشعور بذور القطن الشديدة الطول. وفي حالة الحور (بوبولوس) والصفصاف (ساليكس)، وكلاهما من فصيلة الصفصاف (صفصافيّات)، تغلّف سحابة من الشعر ينتجها السر البذور البالغة الصغر. تُبقي هذه الشعور البذور طافية ليس في الهواء فحسب، بل أيضًا في الماء، وهذه استراتيجية مزدوجة تتناسب تمامًا

سبرغولاريا ميديا (قرنفليّات)- إسبرغولة متوسّطة؛ جُمعت في بلجيكا- بذرة بجناح محيطي يساعد على الانتشار بوساطة الريح؛ يبلغ قطرة البذرة 1.5 مم، مع الجناح.





مع تفضيل هذه النباتات للرقّات وغيرها من المَواطن الرطبة. ونجد مبدأ انتشار مماثلاً في شجرة السيبة/القابوق (سيبا بنتدرا، خبّازيّات). داخل الجراء الكبيرة، تنغرس البذور الكروية الملساء في كتلة من الشعر الحريري الأبيض ينتجه غلاف الأخبية. ولهذه الشعور خاصيّات قيّمة: تجويفها الواسع الممتلىء هواءً خفيفًا جدًّا ويشكّل مادة عازلة فاعلة وحشوة للفراش. وفضلًا عن ذلك، طبقتها الخارجية (قُشيرة) صامدة للماء بحيث لا تتبلّل أبدًا. يستطيع القابوق حمل ثلاثين ضعف وزنه من الماء وهو بالتالي يُستعمل أيضًا لحشو سترات النجاة.

عندما تكون الشعور مرتّبة بشكل موضعي على البذرة، يمكن أن تظهر كحزمة أحادية أو ثنائية الجانب أو كأكاليل من الشعر. في السِنفيّة/الأبيلوبيون الضيّق الورق (أنواع إيبيلوبيوم، أخدريّات) تزيّن حزمة غير مرتّبة من الشعور الطويلة الطرف الدرزي من البذور. تنتظم شعور البذور في فصيلة قاتل الكلب (دفليّات) بدقّة أكبر: تشكّل الشعور مظلاّت متماثلة تمامًا، إمّا عند الطرف البُويبي (نيريوم أوليا‌ندر، تويديا سيروليا) أو عند الطرفين البُويبي والدرزي على السواء (كما في وردة الصحراء، أدينيوم أوبيسوم). داخل الثمرة، تكون شعور الحزم القاسية، مثنية معًا بشكل متراص ولكن ما إن تنفتح الثمرة (الجراب)، حتى تنبسط المظلّة وتُجبر البذور على الخروج في سحابة حريرية.

نجد أمثلة كلاسيكية على الثمار المظلّية في فصيلة دوّار الشمس (نجميّات). قطفنا جميعًا إحدى «الرؤوس البذرية» الكروية الرقيقة التي نجدها في الطرخشقون (تراكساكوم اوفيسينالي) أو لحية التيس (تراغوبوغون براتنسيس) وشاهدنا الثمار الصغيرة الشبيهة بالمظلّات تطفو في الريح. في الثمار المظلّية التي تنتجها نباتات فصيلة دوّار الشمس تتكوّن المظلّة من كأس الزهرة الريشي المعدّل. تقع المظلّة في طرف سويق طويل رفيع، يحمل في أسفله جزء الثمرة الحامل للبذور. تفصل أقل نفخة ريح الثمرة عن نبتتها الأم وتحملها التيّارات الحرارية إلى ارتفاع عالٍ في الجو حيث يمكن للتيارات الهوائية أن تحملها على مسافة عدّة كيلومترات. ونجد بذورًا مظلّية أكثر تعقيدًا من مظلات النجميّات الرقيقة في فصيلة شوك الدُّرّاج/مشط الراعي (دِبساسيّات). تحل مجموعة من السَّفا (م: سفاة) مكان المظلّة الريشية. ولا تنتج مظلّة الثمرة عن الزهرة بحد نفسها ولكن عن طوق كيس هوائي مكوّن من كأس خارجية مؤلّفة من أربع قنابات متحدة تحيط بالوزيم. في العموم، تكون الثمار المظلّية في فصيلة شوك الدُّرّاج أثقل وزنًا وأكثر اكتنازًا من نظيراتها الرقيقة في فصيلة دوّار الشمس. وقد يكون هذا هو سبب اتباعها استراتيجية مزدوجة: تستطيع أيضًا سفاها الكأسية القاسية أن تعلّق الثمرة بسهولة بفراء حيوان مارّ.

في الثمار المتعدّدة/المضاعفة التي تحملها فصيلة الحوذان (حوذانيّات) تساعد أحيانًا أقلام السمات الدائمة في الثُّميرات الفردية على الانتشار الريحي في حال تطوّرت إلى بنى طويلة شبيهة بالريش. وفي ظَيّان السياج (كليماتيس فيتالبا) تعطي أقلام السمة الشعرية الطويلة الثمرة مظهرها الأشعث، ما أكسبها الاسم «لحية العجوز». ونجد النوع نفسه من الثمار في نسيبه شُقّار الفصح (بولسَتيلا فولغاريس). تغطّي شعور من نوع خاص لها غرض مختلف بذور البلفارية الرمشية (بليفاريس سيلياريس، أقنثيّات).

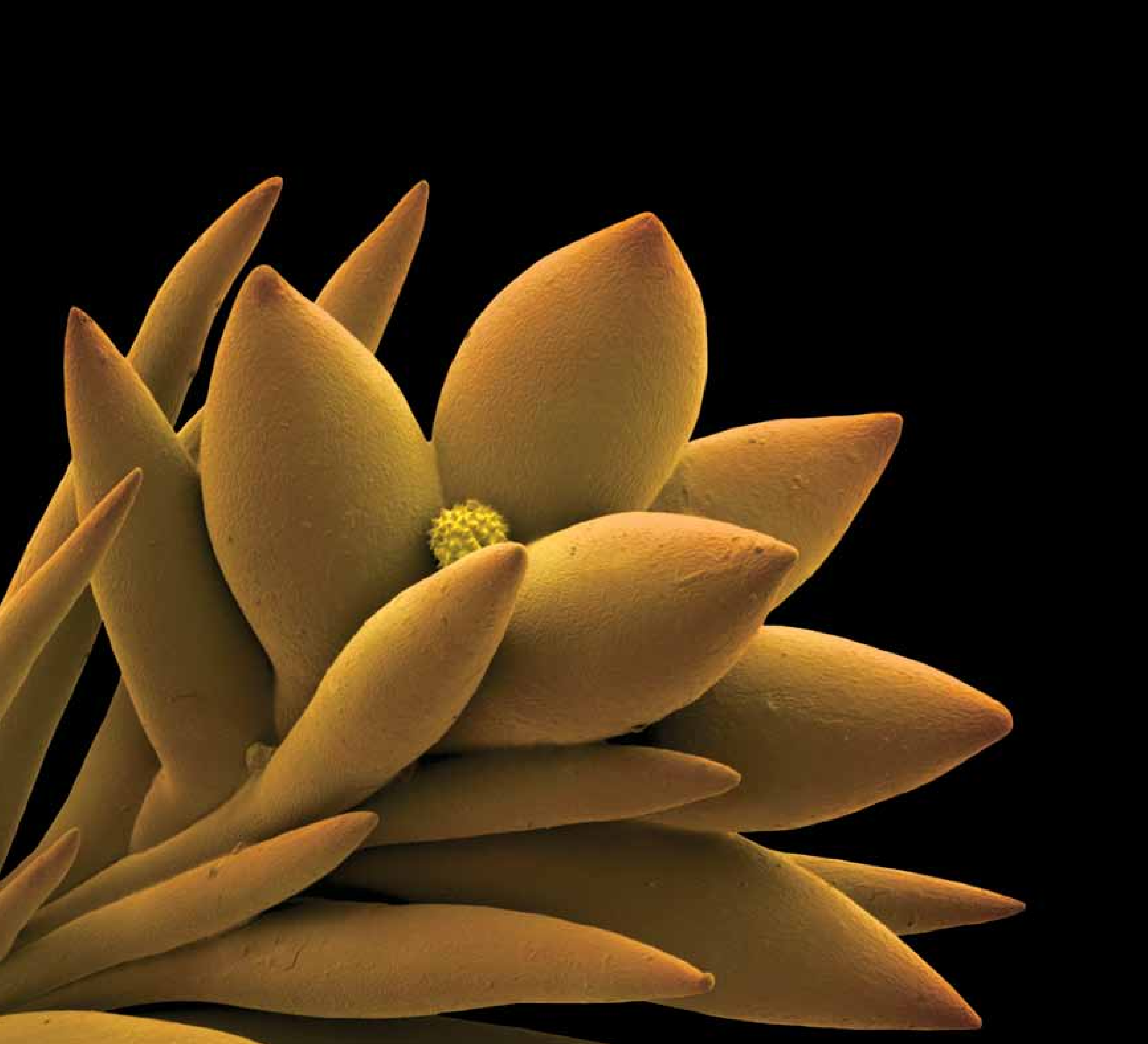
الصفحة المقابلة: دارلينغتونيا كاليفورنيكا (بوقيّات)- عشبة الأباريق الكاليفورنيّة؛ موطنها الأصلي غرب الولايات المتحدة- بذرة مع عدد كبير من الامتدادات الممتلئة هواءً وسطح نابذ جدًّا للماء، تساعد على الانتشار بوساطة الريح والماء على السواء؛ يبلغ طول البذرة 2.3 مم.

أدناه: «دارلينغتونيا كاليفورنيكا (بوقيّات)- عشبة الأباريق الكاليفورنيّة؛ موطنها الأصلي غرب الولايات المتحدة- تعيش نباتات عشبة الأباريق في أتربة حمضية فقيرة بالمغذّيات مثل المناقع وقد تطوّرت لتصبح نباتات لاحمة تلتقط الحشرات في أوراق معدّلة لها شكل الإبريق لإكمال حاجتها من النتروجين بالبروتين الحيواني.





لوكوكريسوم مولي (نجميّات)؛ جُمعت في أستراليا- ثمرة (مظلّية) منتشرة بوساطة الريح لها مظلّة ريشية وصورة قريبة لرأس أحد أشعّة المظلّة تُظهر حبّة لقاح نجمية (ربما تنتمي إلى النوع نفسه) عالقة بين رؤوس الشعور المنتفخة؛ يبلغ طول الثمرة (مع المظلّة) 7.8 مم.





في موطنها الأصلي في منطقة المتوسّط، تُظهر بليفاريس سيلياريس تكيّفات لافتة على الظروف المناخية الجافة السائدة في موطنها. تموت النباتات في الفصل الجاف لكنّها تظلّ متمسّكة ببذورها حتى عودة المطر. وعندما يبلّل المطر الغزير بقايا بليفاريس سيلياريس الميتة، تدفع آلية مسترطبة (ماصّة للرطوبة) النبتة ليس لكشف الثمار فحسب، بل أيضًا لقذف البذور إلى مسافة عدّة أمتار. تغطّي البذور شعورٌ بيضاء سميكة مضغوطة بشكل متراص، تتحوّل ما إن تحتك بالماء. وفي غضون بضع ثوان تنتصب وتصبح لزجة، فتلصق البذور بالأرض قبل أن تتمكّن الريح من نفخها بعيدًا. يضمن حجم الشعور واتجاهها أن يوضع القطب الجذري من الجنين في أقرب مكان ممكن إلى سطح التربة. ويستفيد الجنين إلى أقصى حد ممكن من الظروف الرطبة والمؤاتية المؤقّتة في هذا المناخ المتوسّطي الجاف عادةً، فيشقّ غلاف البذرة الرقيق بفلقتيه ويمدّ جذره في التربة في غضون ست ساعات. ويمكن مشاهدة السلوك نفسه في أنواع أخرى من بليفاريس ، مثل الكلابربوسي (بليفاريس ميتراتا) من جنوب أفريقيا.

نباتات بالستية ريحية

نجد شكلاً من الانتشار الريحي غير المباشر في النباتات التي تحمل ثمارًا متفتّحة. تنتظم جراء النباتات البالستية الريحية على سوق طويلة مرنة تتمايل في الهواء. ولكي تطلق بذورها، تفتح مصاريع صغيرة (القرنفل والمنثور مثل بتروراجيا نانتويلي وسيلين ديوسيا) أو مسام (الخشخاش والجُريس) بأعداد وترتيبات مختلفة. يقوم تمايل سويق الثمرة، الذي يمكن أن تحدثه أيضًا الحيوانات والناس المارّين، بقذف البذور خارج الثمرة. ومن أجل دعم إضافي لميزاتها الريحية، تكون بذور القرنفل البرّي (بترواجيا نانتويلي، أنواع ديانثوس، قرنفليّات) مسطّحة ومقعّرة محدّبة بشكل طفيف.

وردة النيل / اللوطوس (نيلومبو نوسيفيرا، نيلومبيّات) نبات بالستي هوائي من نوع خاص، بأزهاره الشبيهة بالنيلوفر ونمط حياته المائي، لطالما كان هذا النبات يُعدّ نسيبًا قريبًا للنيلوفر (نيلوفريّات) لكنّ الأبحاث التي أجريت مؤخّرًا أظهرت (بما يثير الدهشة) أن أقرب نسيباته هي أشجار الدلب (دُلبيّات) وأعضاء فصيلة البروطيّات. نيلومبو مميّز لعدّة أسباب، منها ثمرته الفريدة. يشغل محور الزهرة المتضخّم، الذي له شكل مرشّة الدش ومظهرها، الزهرة الكبيرة الشبيهة بالنيلوفر. وتنغرز في هذه البنية أخبية مستقلّة (وزيم سائب الأخبية)، ينمو كل منها إلى جُويزة أحادية البذرة. تبقى الجُويزات منغرزة في حُجيراتها في المحور الزهري حتى تنضج، فتفتح الحجيرات بالقدر الكافي لتخرج الجُويزات منها. عندما تهزّ الريح سويقات الثمار الطويلة، تُقذف الجُويزات إلى الخارج وتُلقى في الماء حيث تغرق على الفور إلى القاع. وإذا انكسر سويق الثمرة، فقد تُنشر الجُويزات على مسافة أكبر. «مرشّة الدش» أعرض في الأعلى منها في الأسفل بحيث إنها تسقط في الماء على وجهها. ويضمن نسيجها الاسفنجي المليء بالهواء أن تطفو الثمرة على السطح، مطلقةً على الفور بعض ثُميراتها ، وبعضها الآخر في وقت لاحق فيما يفلت الهواء المتبقّي من الحجيرات.

تحمل معظم النباتات الباليستية الريحية بذورًا كروية إلى حد ما من دون تكيّفات خاصة، مع أنها لا تفتقر بالضرورة إلى أشكال سطحية ظاهرة. نجد بعضًا من الأنماط السطحية الأكثر مشهدية في

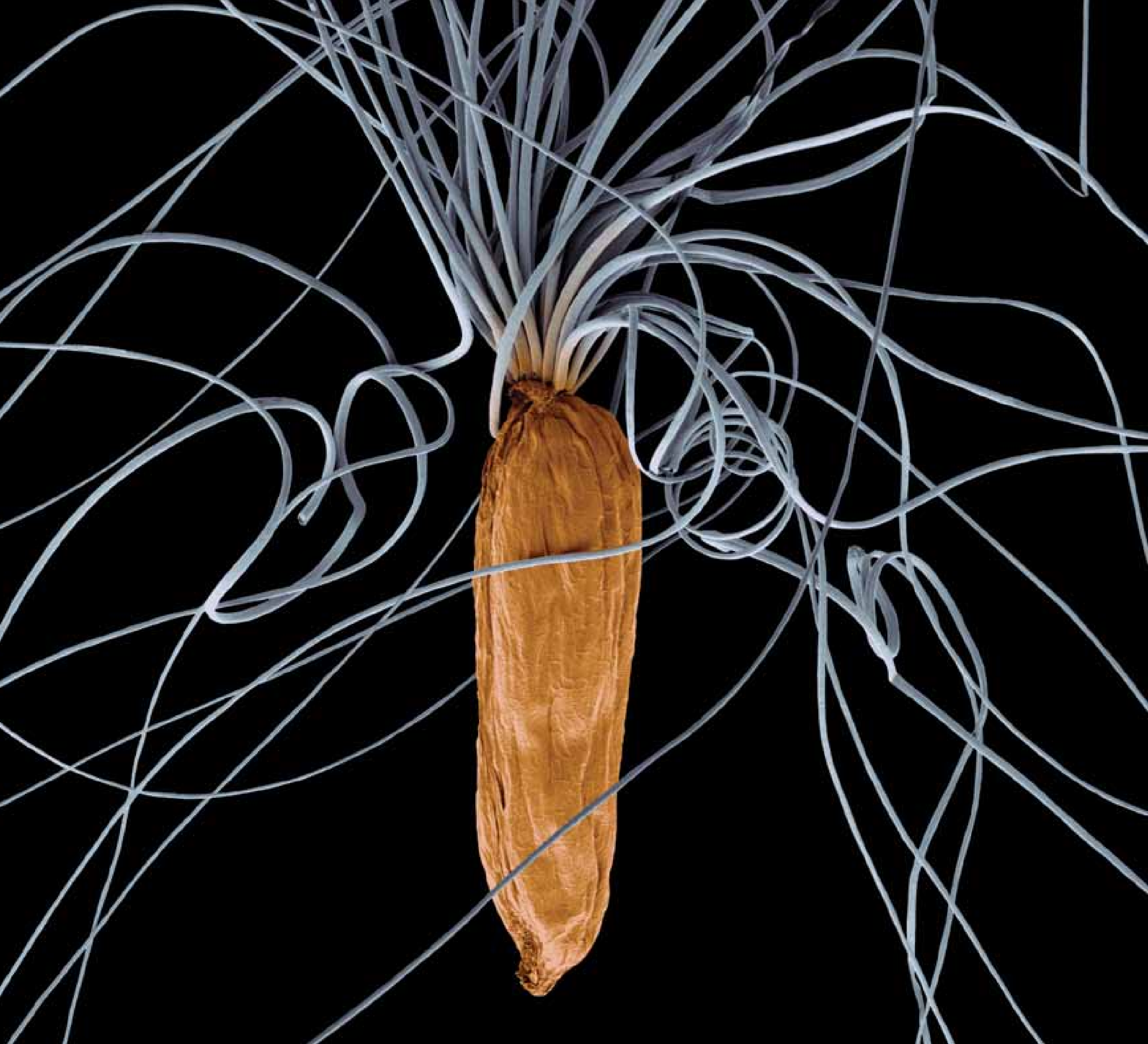
الصفحة المقابلة: كليماتيس تنغوتيكا (حوذانيّات)- ظيّان؛ موطنه الأصلي أميركا الشمالية وآسيا (الصين، الهند، منغوليا)- صورة عن قرب لثمرة (متعدّدة) مؤلّفة من عدد كبير من الجُويزات (فقيرات) الأحادية البذرة تحمل قلم سمة ريشيًّا طويلاً يسمح لها بالسفر على جناح الريح.

أدناه: «تويديا سيروليا (دِفليّات)- النجم الجنوبي ؛ موطنه الأصلي أميركا الجنوبية- ثمرة (جراب) تخرج منها سحابة حريرية من البذور الريشية؛ تحمل كل بذرة مظلّة متماثلة تمامًا من الشعور القاسية عند الطرف الأمامي (البُويبي) بحيث تكون قادرة على الانتقال عند أقل نسمة هواء.

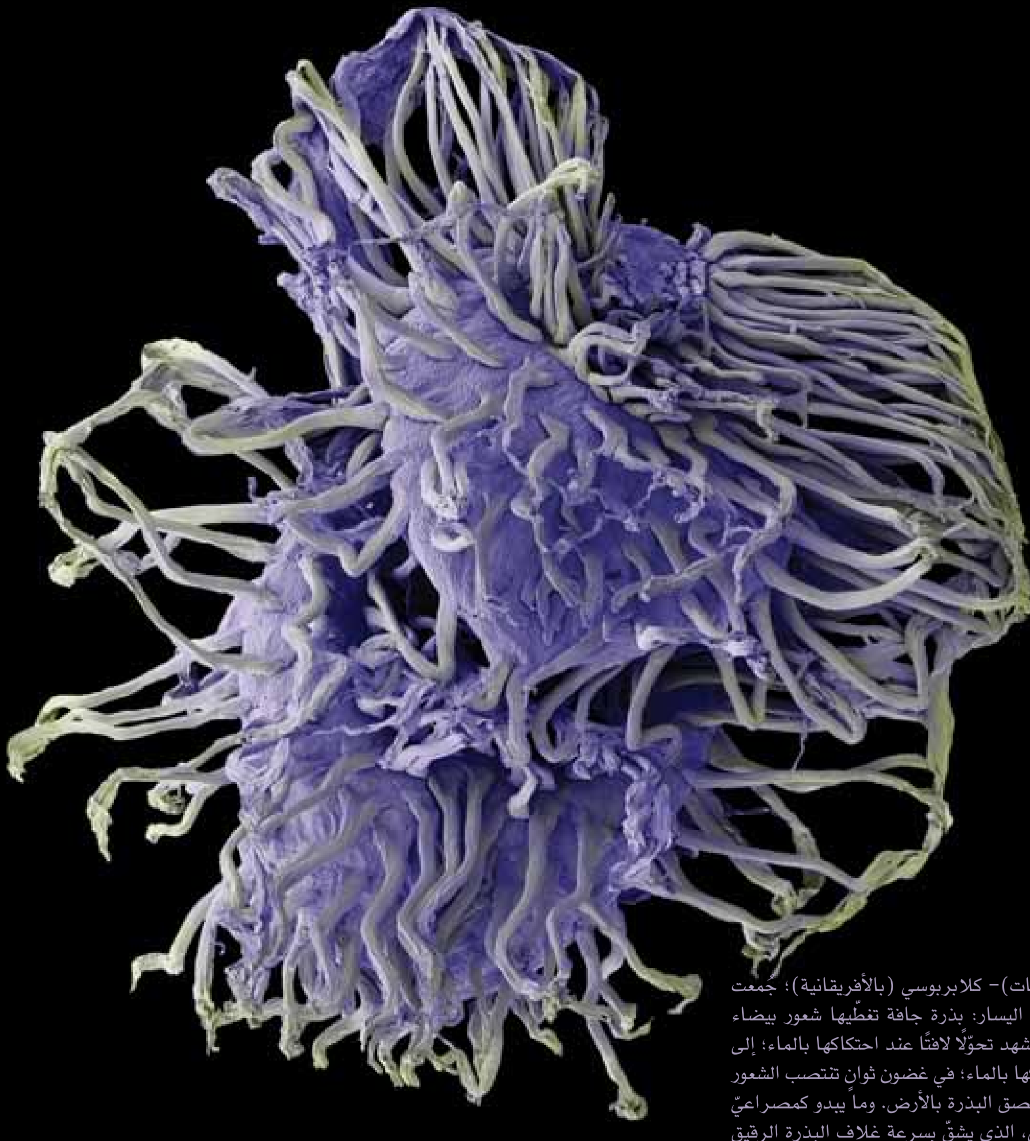
اقلب الصفحة: ايبلوبيوم أنغوستيفوليوم (أخدريّات)- سنفيّة ضيّقة الورق؛ يكثر وجودها في المناطق الشمالية المعتدلة- إلى اليسار: صورة عن قرب لجرو يطلق سحابة من البذور الشَعِرة؛ إلى اليمين: بذرة تحمل حزمة من الشعر عند الطرف الأدنى (الدرزي) من البذرة تساعد على الانتشار الريحي؛ يبلغ طول البذرة (من دون الشعور) 0.95 مم.



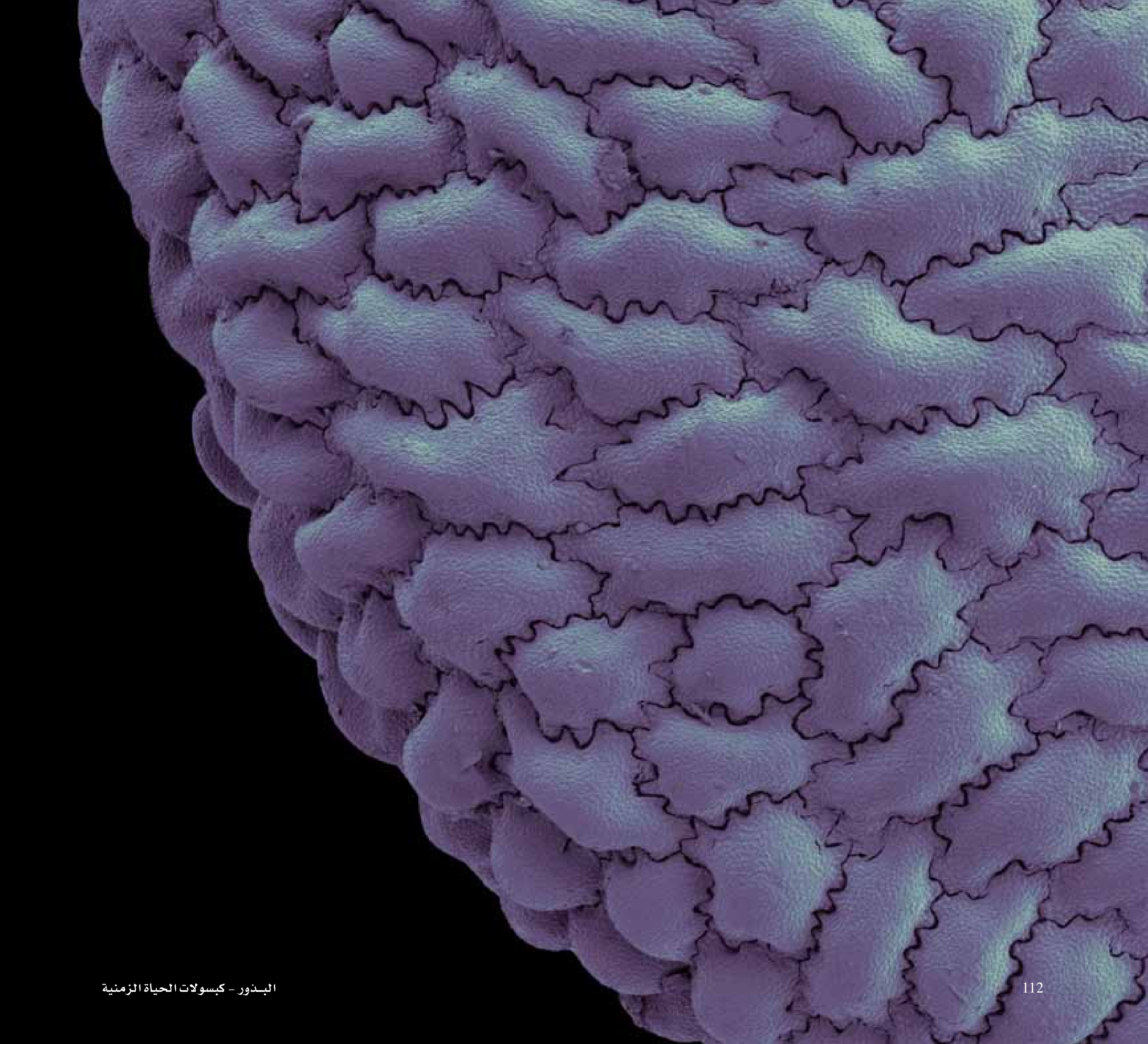








بليفاريس ميتراتا (أقنثيّات)- كلابربوسي (بالأفريقانية)؛ جُمعت في جنوب أفريقيا- إلى اليسار: بذرة جافة تغطّيها شعور بيضاء غليظة شديدة التراصّ تشهد تحوّلًا لافتًا عند احتكاكها بالماء؛ إلى اليمين: بذرة بعد احتكاكها بالماء؛ في غضون ثوانٍ تنتصب الشعور وتصبح لزجة ودبقة، فتلصق البذرة بالأرض. وماً يبدو كمصراعيّ صدفة هما فلقتا الجنين، الذي يشقّ بسرعة غلاف البذرة الرقيق ويمدّ جزره نزولاً في التربة في غضون ست ساعات؛ يبلغ طول البذرة 4.5 مم.



أعضاء فصيلة القرنفل (قرنفليّات)، علمًا أن عددًا كبيرًا منها هو من النباتات البالستية الريحية. تتعشّق خلايا أغلفتها البذرية كقطع أحجية الصور المقطوعة مثلما يظهر في الأنماط المعقّدة التي تخلقها جدرانها الشعاعية المتموّجة. وفضلاً عن ذلك، فإن كل خلية غدفية (خلية من الغلاف) تملك جدارًا خارجيًّا محدّبًا. وغالبًا ما يكون ذلك مجرّد انتفاخ أملس (مثل ارينا‌ريا فرانكليني وأنواع ديانثوس وبتروا‌جيا نانتويلي وسيلين ماريتيما) لكنّ الخلايا الغدفية تشكّل في عدد كبير من الأنواع نبرات/حليمات قصيرة (أغروستمّا جيثاغو، سيلين ديويكا، سيلين فولغاريس) أو امتدادات شبيهة بالأصابع (مثل ستيلاريا هولوستيا) تعطي البذور مظهرًا شائكًا. وما يثير الاهتمام هو أن زهرة الوقواق (ليكنيس فلوس- كوكولي) تحمل بذورًا شائكة وملساء جنبًا إلى جنب داخل الثمرة نفسها.

الثمار المنطادية

بدلاً من تعليق أجنحة أيرودينامية يمكن أيضًا ،في طريقة بديلة، زيادة مساحة سطح وحدة الانتشار وخفض وزنها النوعي في الوقت عينه. ويمكن تحقيق ذلك عبر قدر وفير من الشعور، كما في بذور القطن، أو ضم أحياز هوائية كبيرة. وفي الثمار، يمكن أن تشكّل أعضاء مختلفة حجيرات هوائية مثل هذه. تشمل الحلول الشائعة انتفاخ المبيض بالهواء لتشكيل ثمرة شبيهة بالكيس الممتلىء هواء أو بالمنطاد، لها غلاف رقيق جدًّا غالبًا ما يكون شفافًا. نجد الثمار من هذا النوع في بعض النباتات الزينية المعروفة مثل العسليّة الصغيرة (مليانتوس مينور، زهريّات العسل) والسنا الكاذب (كولوتيا اربورسنس، قرنيّات) والسذرلندية المثمرة (سذرلنديا، قرنيّات) والكَلروتيرية العثكوليّة (كولروتريا بانيكولاتا، صابونيّات) والعنقوديّة الثلاثيّة الوُريقات (ستافيليا تريفوليا، عنقوديّات) كما سنرى في المقطع التالي، اعتمدت البذور أيضًا مبدأ ضم أحياز هوائية من أجل الحصول على بنى خفيفة ذات سطوح كبيرة.

بذور غبارية وبذور منطادية

إن الاستراتيجية الأكثر فاعلية لضمان الانتشار الريحي على مسافة كبيرة هي إنتاج عدد كبير من البذور الخفيفة البالغة الصغر. ومن أجل إعطاء فكرة عن الأحجام الموجودة، نذكر أن جروًا واحدًا من السحلبية الأميركية الاستوائية (سيكنوكس كلوروكيلون) ينتج نحو أربعة ملايين بذرة، وأن غرامًا واحدًا من البذور البالغة الصغر المنتشرة بوساطة الريح التي تنتجها السحلبية الآسيوية الجنوبية الشرقية (ايريديس أودوراتا) يحتوي على 3.4 ملايين بذرة. تنجح هذه «البذور الغبارية»، التي لا يزيد حجمها على حجم البويضات التي نشأت منها، في تخفيض وزنها على حساب السويداء والجنين. وعند الانتشار، غالبًا ما يكون مقدار السويداء- في حال وُجدت أصلاً- ضئيلاً جدًّا ولا يتكوّن الجنين الصغير إلاّ من 8-150 خلية غير متميّزة تشكّل كتلة كروية. وقد أفيد أن جنين عش الطير الأصفر (مونوتروبا هيبوبيتيس، خلنجيّات) يتألّف من ثلاث خلايا تحيط بها تسع خلايا سويداء. إن النسبة العالية للمساحة السطحية على الحجم في هذه «البذور الغبارية» تخفّض بدرجة كبيرة سرعة غرقها في الهواء: تغرق بذرة السحلبيّة الصغيرة بسرعة 4 سم بالثانية تقريبًا، وهذه

أدناه: أريناريا فرانكليني (قرنفليّات)- رمليّة فرنكلين؛ جُمعت في ولاية إيداهو من الولايات المتّحدة- بذرة من دون تكيّفات ظاهرة على طريقة معيّنة في الانتشار لكنّها تُظهر النمط السطحي المعقّد الذي نراه نموذجيًّا في فصيلة القرنفل حيث تتعشّق خلايا الغلاف البذري بعضها مع بعض مثل قطع الأحجية المصوّرة المقطوعة؛ يبلغ قطر البذرة 1.3 مم.





بتروراجيا نانتويلي (قرنفليّات)– قرنفل برّي؛ جُمعت في المملكة المتحدة– إلى اليسار: بذرة من دون تكيّفات واضحة على طريقة معيّنة من الانتشار لكنّها تُظهر النمط السطحي المعقّد الذي نراه نموذجيًّا في فصيلة القرنفل؛ وقد يساعد شكل البذرة المسطّح المحدّب (نسبة السطح إلى الحجم عالية) على الانتشار الريحي؛ يبلغ طول البذرة 1.2 مم.

الصفحة المقابلة: صورة عن قرب لنظام ازهرار.





حركة بطيئة إذا ما قارنّاها بالثمرة الجناحية (سامارا) التي تنتجها شجرة البوقيصا/الدردار ، التي تقع بسرعة 67 سم في الثانية. وتزيد أيضًا الطفوية بفضل متلازمة من التكيّفات الظاهرة مثل الجيوب الهوائية، التي قد تتألّف من خلايا كبيرة فارغة أو أحياز بين الخلايا أو حيّز بين غلاف البذرة ومركز البذرة الحامل للجنين. تُسمّى عادة البذور المجهّزة بمثل هذه الأحياز الهوائية «بالبذور المنطادية». إن الفارق بين البذور الغبارية الخالية من الجيوب الهوائية والبذور المنطادية هو مجرّد فارق تكيّفي، ويمكننا إيجاد كلا النموذجين ضمن فصيلة واحدة (مثل الندويّات). والبذور الغبارية النموذجية التي لا تحتوي على حجيرات هوائية هي بذور الجعفيل (أنواع أوروبَنكي، جعفيليّات) والبغونية (أنواع بغونيا، بغنونيّات) والكثير من أعضاء فصيلة الخلنجيّات (مثل أنواع اريكا ، أنواع رودودندرون)ونجد بذورًا مشابهة في بعض أنواع النديّة (مثل دروسيرا سيستيفلورا و دروسيرا يونيفلورا ودروسيرا انترميديا، ندويّات) وفي صائد الحشرات (أنواع بينغويكولا، سندبيّات) وبعض أعضاء فصيلة الجنطيانا (مثل بلاكستونيا برفولياتا، جنطيانيّات) وفصيلة الجريس (وَلنبيرجيا هديراسيا، جريسيّات) وفصيلة كاسر الحجر (مثل أنواع هوكيرا، أنواع كاسرات الحجر) والنبات النهري (وديلّينا سكوامولوزا، الأعشاب النهرية). تُشتهر البذور المنطادية بوجودها في السحلبيّات لكننا نراها أيضًا في الفصائل التالية: الندويّات، وتشمل عددًا من أنواع النديّة (مثل دروسيرا أنجليكا، دروسيرا ناتالنسيس، دروسيرا روتونديفوليا)؛ البرناسيّات مثل عشبة برناسُس المهدَّبة (برناسيا فمبرياتا)؛ والجنطيانيّات مثل جلاجل الخريف/الجنطيانا الخريفية (جنتيانا بنومونانثي) والجنطيانا المهدَّبة الأحادية الزهر (جنتيانوبسيس سيمبلكس)؛ والخلنجيّات مثل البيرولة الأحادية الجانب (بيرولا سيكوندا) ؛ والقمعية (أنواع ديجيتاليس، حمليّات) وعدد كبير من الجعفيليّات مثل نار المروج (أنواع كَستيليجا)؛ وحبّ الرأس (أنواع بديكولاريس) ونفل البوم (أنواع أورثوكاربوس) وأعضاء الجنسين لاموروكسيا و سيستانكي.

من أجل زيادة نسبة مساحة السطح إلى الحجم، يتخذ عدد كبير من البذور المنطادية شكلاً ضيّقًا شبيهًا بالأنبوب أو المغزل عبر مد الغلاف البذري في الطرفين المتقابلين، أي عند القطبين البُويبي والدرزي. تؤخذ هذه الاستراتيجية إلى أبعد حد في البذور الطويلة شبه الخيطية التي ينتجها أسفوديل المناقع/كاسر العظم (نرثيسيوم أوسيفراغوم، سورنجانيّات) ، الذي يحمل بذوراً بطول 8 مم) والجنس بيتكيرنيا (بروماليّات، الذي يصل طول بذوره إلى 18 مم) وبعض السحلبيّات الاستوائية (اكنثيفيبيوم بِبوانوم، سوبراليا ماكرنثا). نجد استثناءات لافتة بين البذور المغزلية الشكل التي تنتجها عادة فصيلة السحلبيّات في أولوفيا وستانهوبيا وسيرتوسيا: تمتلك الأجناس الثلاثة بذورًا مسطّحة شبيهة بالأجنحة. بالمقارنة، ليس هناك ما يثير الاهتمام في بذور السحلبية المهمة اقتصاديًّا، الونيلية المسطّحة الورق (فانيلا بلانيفوليا). وبدلاً من الاعتماد على الريح من أجل انتشار البذور، تأكل الخفافيش قرون الونيلية وتنتش البذور بعد مرورها في الأمعاء. ويفسّر ذلك غياب متلازمة البذور المنطادية في بذور الونيلية، التي تشكّل أقراصها السوداء الملساء النقاط الغامقة البالغة الصغر في مثلّجات الفانيلا.

أدناه: دروسيرا كابنسيس (ندويّات)- نديّة/دروسيرا الكاب؛ موطنها الأصلي جنوب أفريقيا- النديّات نباتات لاحمة توقع الحشرات في الشرك بفضل أوراقها التي تغطّيها شعور زاهية الألوان تفرز لعابًا (هلامًا نباتيًّا) دبقًا. وإن أي حشرات صغيرة تغط على الأوراق تلتصق بالدبق. وبعد إيقاع الحشرة في الشرك، سرعان ما تلتف الأوراق فوق صيدها وتطلق أنزيمات لهضمه. ويُعدّ الاقتيات بالحشرات تكيّفًا على حالة التربة الفقيرة بالمغذّيات ويوفّر للنبتة النتروجين من جسم الحشرات.

الصفحة المقابلة: دروسيرا سيستيفلورا (ندويّات)- نديّة كبيرة الزهر؛ موطنها الأصلي جنوب أفريقيا (الكاب الغربي)- بذرة تُظهر نمط قرص العسل الذي نجده نموذجيًا في البذور الغبارية المنتشرة بوساطة الريح؛ والخلية (الغريبة) في الوسط تكرّر نمط غلاف البذرة؛ قوام السطح المخملي الطري ناجم عن طبقة من حبيبات الشمع؛ يبلغ طول البذرة 0.5 مم.

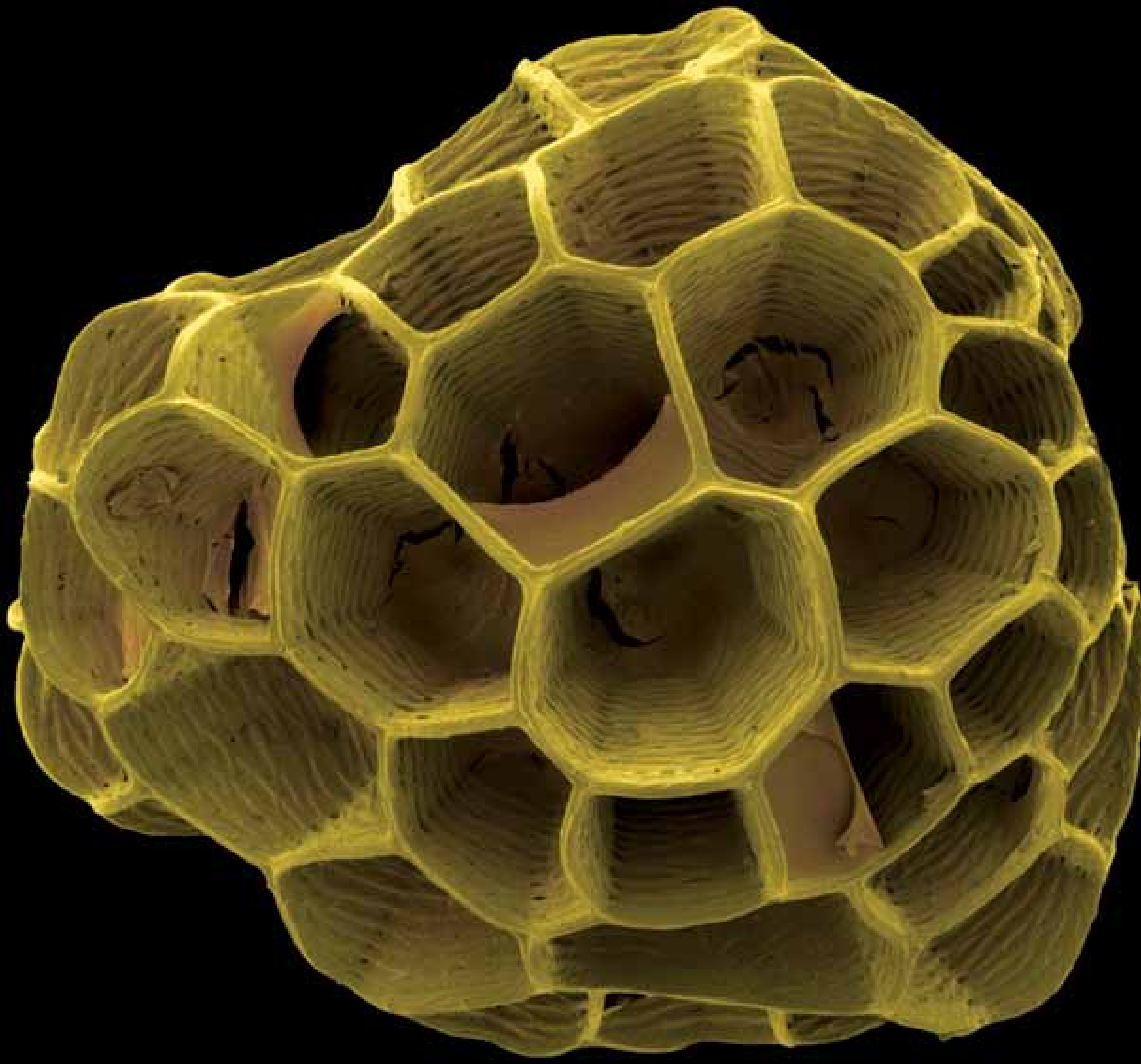
اقلب الصفحة، إلى اليسار: نارثيسيوم أوسيفراغوم (سورَنجانيّات)- أسفوديل المناقع؛ جُمع في المملكة المتحدة- بذرة منطادية شديدة الاستطالة تكاد تكون خيطية الشكل وتنتشر بوساطة الريح؛ يبلغ طول البذرة نحو 6 مم.

اقلب الصفحة، إلى اليمين: صورة عن قرب لمجموعة من الأزهار؛ نجد أسفوديل المناقع في أراضي البراح والخث الرطبة. يعني اسمه اللاتيني أوسيفراغوم» كاسر العظم« ويشير إلى الاعتقاد القديم بأن عظام الخروف الذي يأكل منه تصبح هشّة.









مبدأ قرص العسل

تُظهر الفصائل التي تشهد متلازمات البذور الغبارية والمنطادية تقاربًا مدهشًا، وإن كان لا قرابة بينها بعامة. في عدد كبير منها، إن لم يكن في معظمها، يحمل الغلاف البذري المؤلّف من طبقة واحدة نمط قرص عسل واضحًا، له سُطيحات متساوية الأقطار أو مستطيلة. يضمن نمط قرص العسل القدر الأقصى من الاستقرار للبنية مع أقل سماكة ممكنة وبالتالي أقل وزنًا ممكنًا لأجزائها المضطلعة بالحمل. هذا مبدأ عام ويمكننا مشاهدة أنماط قرص العسل في كل من عالم الجماد وعالم الأحياء. تظهر هذه الأنماط في انتظام ذرّات الكربون في الغرافيت؛ ويستخدمها النحل لبناء حاويا ت تخزين العسل؛ وتنعكس في البنية السطحية لبعض حبوب اللقاح/الطلع؛ وفي الهندسة الحديثة يمنح القلب على شكل قرص عسل ثباتًا في البنى المشطّرة (مثلاً الأبواب، المكوّنات الخفيفة في الطائرات). في حالة البذور الغبارية والمنطادية، يتشكّل نمط قرص العسل من الخلايا الميتة المملوءة هواء في غلافها البذري الأحادي الطبقة. وتزيد سماكة الجدران الشعاعية بشكل طفيف في حين أن الجدران التماسية الخارجية تظل رقيقة، وتتداعى عندما تجف الخلايا. ولا يكشف ذلك نمط قرص العسل الداخلي لغلاف البذرة فحسب، بل يزيد أيضًا المساحة السطحية للبذرة. وفي معظم البذور المنطادية، يبقى الجداران التماسيان الخارجي والداخلي سليمين من دون أي تغيير. ومع ذلك هناك بعض التغيّرات المثيرة للاهتمام. في بذور القمعيّة (أنواع ديجيتاليس) ونسيبها الجنس أنارينوم (كلاهما من فصيلة لسان الحمل، حمليّات)، يزول الجدار التماسي الخارجي بالكامل عند نضج البذرة، ما يكشف الجدران الشعاعية التي تشكّل نمط قرص العسل. ويساعد فقدان الجدار الخارجي على خفض وزن البذرة ويقوم من خلال كشف شبكة الجدران الشعاعية بزيادة المساحة السطحية. ويُعبِّر أيضًا عن استراتيجية توفير المادة والوزن في بنية الجدران الشعاعية المجهرية المذهلة الانتظام: تكوّن مجموعة عمودية من المناطق الدائرية أو المستطيلة غير المدعّمة نمطًا شبكيًّا نافرًا هو مجدّدًا –من الناحية الهندسية– مجرّد شكل مختلف من مبدأ قرص العسل الفاعل. وفي بعض أعضاء طائفة الجعفيل (جعفيليّات) مثل منقار الطير (أنواع كورديلَنثوس) وبعض أنواع نفل البوم (مثل أورثوكاربوس لوتِوس) يزول أيضًا الجدار التماسي الخارجي لغلاف البذرة. وما يصبح مرئيًّا تحت الغلاف بعد زواله هو النمط الشبكي المعقّد للجدار التماسي الداخلي، الذي يبدو أنه يزيد في ثبات غلاف البذرة. ونجد التغيير الثالث والأكثر تأثيرًا في الغلاف البذري بنمط قرص العسل في فصيلة الجعفيل أيضًا (مثل كَستيليجا، أنواع سيستانكي، بعض أنواع أورثوكاربوس). هنا ينحل الجداران التماسيّان الداخلي والخارجي ليتركا خلفهما القفص الكبير الرخو بنمط قرص العسل الذي ينجم عن الجدران الشعاعية السميكة. ونجد تفسيرًا ممكنًا للسبب الذي يجعل هذه البذور تكشف جهازها الجداري الخلوي الشبكي بهذه الطريقة في ملاحظة حول نفل البوم (أنواع أورثوكاربوس). ضمن الجنس أورثوكاربوس، نجد ثلاثة

الصفحة المقابلة: سيستانكي توبولوسا (جعفيليّات)- ذؤنون/طُرْثون؛ جُمع في المملكة العربية السعودية- بذرة منطادية تُظهر الشكل الأكثر تطرّفًا من نمط قرص العسل الذي نجده نموذجيًّا في البذور المنتشرة بوساطة الريح: تنحل الجدران الخلوية التماسية الخارجية والداخلية لتترك وراءها »القفص بشكل قرص العسل« الكبير والرخو الذي تنتجه الجدران الشعاعية السميكة؛ يبلغ قطر البذرة 0.6 مم.

أدناه: بوليستس غاليكوس (زنبوريّات)- زنبور صغير/دَبر/زرقطة، اليونان- تتدلّى أعشاش هذا النوع من ساق قصيرة وليس لها أي طبقة ورقية خارجية. إن الشبه بين بذور الذؤنون وعش الزنبور الحقيقي مذهل. وبخلاف نحل العسل، الذي يبني أقراصه من الشمع، تبني الزنابير أقراصها من السلّولوز الذي تجمعه من المادة النباتية.



أنواع من الغلافات البذرية لكن واحداً منها فقط يُظهر نمط قفص قرص العسل المتطرّف. أُفيد أن بذور هذا النوع الأخير تميل إلى أن تعلق في هلب مظلّة ثمرة (ثمرة مظلّية) نباتها المضيف، إذن الهر العارية (هيبوكيريس غلابرا، نجميّات)، الذي غالبًا ما نجده مع أورثوكاربوس. يضمن هذا الانتشار المشترك المدهش (بوساطة الريح) للطفيلي والمضيف أن ينتش نفل البوم بقرب نبتته المضيفة المستقبلية.

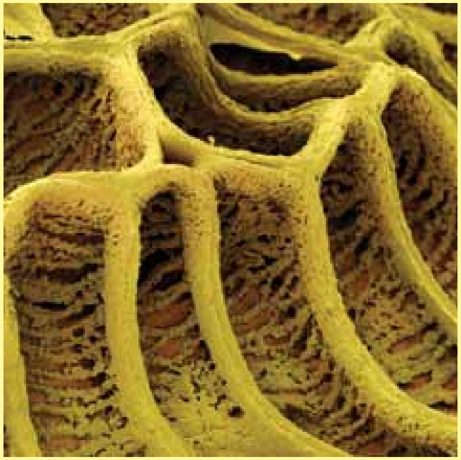
تقارب لافت

تبيّن القائمة الطويلة للأمثلة على النباتات التي تنتج بذورًا غبارية ومنطادية أنها تظهر في مجموعة واسعة من الفصائل التي لا تجمع بينها أي قرابة تُذكر ضمن كاسيات البذور. وكون الأشكال والأنماط نفسها تظهر في مجموعات ذات قرابة بعيدة يثبت أن سماتها المتشابهة تعود إلى تقارب تطوّري وليس نتيجة سلف مشترك. على سبيل المثال، تشبه بذور بعض أنواع بينغويكولا (سندبيّات) إلى حد بعيد بذور بعض أنواع «دروسيرا» في فصيلة الندية (ندويّات) التي لا قرابة لها معها. وتشكّل البيرولة الأحادية الجانب بيرولا سيكوندا في فصيلة الخلنج (خلنجيّات) مثالاً مدهشًا إذ تملك بذورًا لا يمكن تمييزها من حيث المظهر من بذور بعض السحلبيّات.

عند إجراء مقارنة بين أساليب حياة النباتات التي تحمل بذورًا غبارية أو منطادية، نجد على نحو لافت أن معظمها ينتمي إلى فصائل اضطرّت إلى حل نوع معيّن من المشاكل التغذوية. وهي إمّا نباتات متعايشة وأكلة حشرات ونباتات مناقع، أو طفيليّات جزئية أو كليّة، أو نباتات عديمة اليخضور متعايشة مع فطور. تعيش النباتات الهوائية أو المتعايشة على الأغصان في أعلى مظلّة الغابة حيث لا يتوافر الكثير من الماء والمغذّيات (مثل السحلبيّات الهوائية) تواجه النباتات التي تعيش في تربة حمضية وفقيرة بالمغذّيات مثل المستنقعات المشكلة نفسها (مثل البرناسيّات). أصبحت بعض نباتات المستنقعات آكلة حشرات لإكمال حاجتها من النتروجين بتناول البروتين الحيواني (مثل الندويّات والسندبيّات). وتشكّل النباتات العديمة اليخضور المتعايشة مع الفطور إحدى المجموعات الأكثر غرابة والأكثر إثارة للاهتمام في كاسيات البذور. تعتمد هذه النباتات كليًّا على الفطور لتأمين غذائها وتملك بالتالي القليل جدًّا- أو لا تملك أي كمية على الإطلاق- من اليخضور الذي يسمح لها بتمثّل (امتصاص) سكريّاتها. ومن هذه النباتات أعضاء الفصيلة الخلنجية، مثل عش الطير الأصفر (مونوتروبا هيبوبيتيس)، والغُلطيرية المسطّحة/شاي كندا، (أنواع بيرولا، أنواع كيمافيلا). والغليون الهندي (مونوتروبا أونيفلورا) وفصيلة البرمانيّات الغامضة وبعض السحلبيّات مثل سحلبية عش الطير (نيوتيا نيدوس- أفيس» والسحلبية المرجانية الجذر (كورالوريزا تريفيدا). الطفيليّات الجزئية أو أنصاف الطفيليّات مثل الجعفيليّات (مثل أورثوكاربوس، بديكولاريس ، كورديلنثوس، كستيليجا، لاموروكسيا) هي طفيليّات جذرية. وعلى الرغم من كونها خضراء وقادرة بالتالي على التخليق الضوئي، فإنها تستمد، عبر جذورها، جزءًا

الصفحة المقابلة: أورثوكاربوس لوتيوس (جعفليّات)- نفل البوم الأصفر؛ جُمع في ولاية أوريغون، من الولايات المتحدة - بذرة منطادية تُظهر نمط قرص العسل الذي نجده نموذجيًّا في البذور المنتشرة بوساطة الريح. ويزول الجدار التماسي الخارجي لخلايا الغلاف البذري، ما يكشف النمط المعقّد للجدران التماسية الداخلية (باللون البنّي)؛ يبلغ طول البذرة 1.3 مم.

أدناه: : أورثوكاربوس لوتيوس (جعفليّات)- نفل البوم الأصفر؛ جُمع في كندا- تفصيل من غلاف البذرة.









أنارينوم أورينتالي (حمليّات)- موطنه الأصلي منطقة المتوسّط- زهـرة وبـذرة؛ تُظهر البـذرة نمط قرص العسل الـذي نجده نموذجيًّا في البذور المنطادية المنتشرة بوساطة الريح. كما في البذور المشابهة التي تنتجها نسيبتها القريبة القمعيّة (أنواع ديجيتاليس)، اختفى الجدار التماسي الخارجي لخلايا الغلاف البـذري بالكامل عند نضج البـذرة، فكشف بذلك الجدران الشعاعية التي تشكّل قرص العسل؛ يبلغ طول البذرة 1.25 مم.

كبيرًا من كربوهيدراتها من النبتة المضيفة. يستطيع بعض أنصاف الطفيليّات العيش وحدها لكنّها تعمل بشكل أفضل إذا وجدت مضيفًا مناسبًا.

إن السبب في اشتراك جميع هذه النباتات المتخصّصة على الصعيد التغذوي في متلازمة البذور الغبارية والمنطادية يبقى غير واضح. وتواجه النباتات المتعايشة مع الفطور والطفيليّات الجذرية صعوبة في اضطرارها لالتقاء ضيف مناسب واحد على الأقل (فطر أو نبتة) لكي تنتش بنجاح. وينطبق ذلك على معظم السحلبيّات غير القادرة على الإنتاش من دون الدخول في علاقة جذرية فطرية مع الفطور المناسبة لها. وبالتالي فإن الاستراتيجية الكامنة وراء متلازمة البذور الغبارية والمنطادية ليست في الأصل الانتشار على مسافة بعيدة. فهي تضمن فقط احتمالاً احصائيًّا معيّنًا في أن ينتهي على الأقل بعض البذور الكثيرة المطروحة إلى مكان يلبّي متطلّبات إنتاشها البالغة التحديد. ويعني الانتشار على مسافة كبيرة أن القدر نفسه من البذور يُوزَّع على مساحة كبيرة، ما قد يخفّض في الحقيقة فرص التقائها مضيفًا مناسبًا في مكان ملائم. وحقيقة أن عددًا كبيرًا من أنواع هذه النباتات هو نباتات متوطّنة ذات انتشار محدود تدعم هذه النظرية. لكن هذا لا يعني أن البذور الغبارية والمنطادية غير قادرة على قطع مسافات كبيرة. على سبيل المثال، تنجح السحلبيّات في بلوغ جزر معزولة بعيدة من البرّ الرئيسي. وقد وُثِّق أنها كانت من أولى النباتات الرائدة التي عادت لاستيطان جزر كراكاتوا الصغيرة بعد الثورة البركانية الكارثية التي وقعت في 27 آب/أغسطس 1883.

سبق لنا أن أشرنا إلى الرابط الواضح بين بنية متلازمة البذور الغبارية والمنطادية ووظيفتها. إلى جانب تحقيق البذور الغبارية والمنطادية نسبة عالية من المساحة السطحية إلى الوزن، تملك هذه البذور خاصيّات مادية أخرى مثيرة للاهتمام. أوّلاً، يكاد يكون سطحها غير قابل للتبلّل، ويعود ذلك إلى كيميائية غلاف البذرة وإلى نمطه الشبكي. ويمكن لعدد كبير من البذور الغبارية والمنطادية أن ينجرف على سطح الماء من دون أن يتبلّل على الإطلاق. وعندما تبلغ طبقة صلبة، يجرفها المطر إلى أصغر الشقوق في لحاء الأشجار أو في الأرض. عند ذلك، تساعد نقوشها السطحية الخشنة على تثبيتها في الطبقة الصلبة. من ثم تُحدث المواد الدُّبالية الذوّابة الموجودة على لحاء الشجر أو في التربة تغيّرات في غلاف البذرة فتجعله قابلاً للتبلّل بحيث يتشرّب بالماء اللازم للإنتاش.

الانتشار المائي

ذكرنا بشكل سريع إمكانية أن يساعد الماء على انتشار الثمار والبذور. إن وحدات الانتشار/الدياسبورات المنتشرة بوساطة الريح، مثل الثمار والبذور الريشية (مثل ثمار وبذور الصفصاف والحور) والثمار المنطادية (مثل ثمار النيريّة) والبذور المنطادية، تُنقل في الكثير من الأحيان بوساطة الماء أيضًا، حتى وإن حدث ذلك اتفاقًا. وتستطيع أيضًا الدياسبورات الجناحية، في حال كانت صغيرة بما فيه الكفاية، أن تبقى طافية بفضل توتّر الماء السطحي؛ على سبيل المثال، تستطيع البذور الجناحية البالغة الصغر التي تنتجها سبيرغولاريا ميديا أن تطفو لعدّة أيّام. ليس بالأمر المفاجىء أن تختبر الدياسبورات المنتشرة أساسًا بوساطة الريح انتشارًا بوساطة الماء نظرًا إلى أن الاستراتيجيات الفيزيائية الموجودة وراء تكيّفاتها – نسبة منخفضة لمساحة السطح إلى الحجم- لا

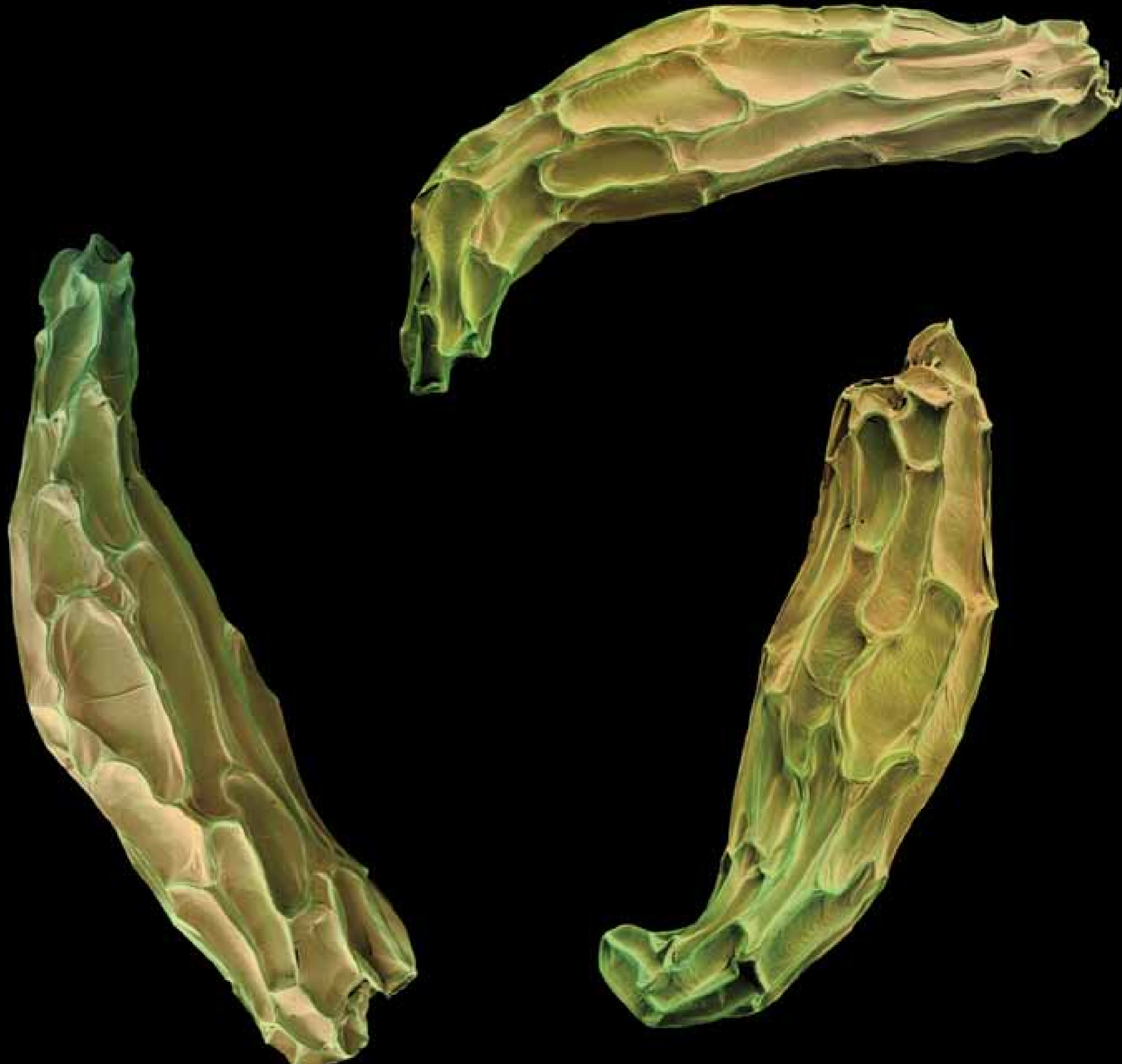
الصفحة المقابلة: بيرولا سكوندا (خلنجيّات)- بيرولة أحادية الجانب؛ جُمعت في المملكة المتحدة- بذور لها غلاف بذري رخو شبيه بالكيس يُظهر نمط قرص العسل الذي نجده نموذجيًا في البذور المنطادية المنتشرة بوساطة الريح؛ يبلغ طول البذرة نحو 0.5 مم؛ ولا يكاد يمكننا التمييز بين بذور هذا النوح وبذور بعض السحلبيّات (اقلب الصفحة).

أدناه: بيرولا سكوندا (خلنجيّات)- بيرولة أحادية الجانب؛ موطنها الأصلي أميركا الشمالية- تزدهر البيرولة، المعروفة أيضًا بشاي كندا، في تربة غابات الصنوبر الشديدة الحمضية. ونظرًا إلى احتوائها على ساليسيلات المثيل (زيت شاي كندا)، تملك هذه النباتات رائحة »دواء« مميّزة.

اقلب الصفحة، إلى اليسار: دَكتيلوريزا فوشيا (سحلبيّات)- سحلبية مبقّعة شائعة؛ موطنها الأصلي أوروبا- نظام ازهرار؛ هذا النوع هو السحلبية الأكثر شيوعًا في المملكة المتحدة ونجده في قسم كبير من أوروبا باستثناء الجنوب.

اقلب الصفحة، إلى اليمين: دَكتيلوريزا فوشيا (سحلبيّات) بذرة مع غلاف بذري رخو شبيه بالكيس يُظهر نمط قرص العسل الذي نجده نموذجيًا في البذور المنطادية المنتشرة بوساطة الريح؛ يبلغ طول البذرة نحو 0.6–0.7 مم..







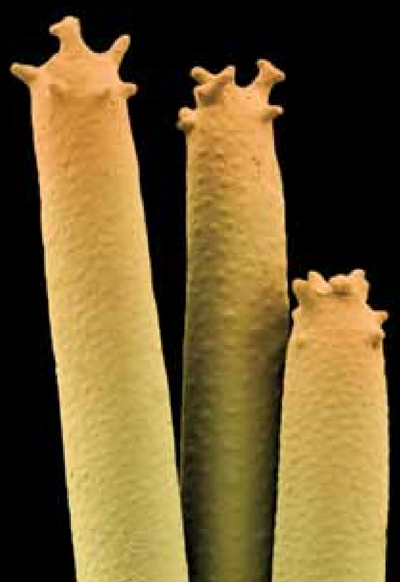


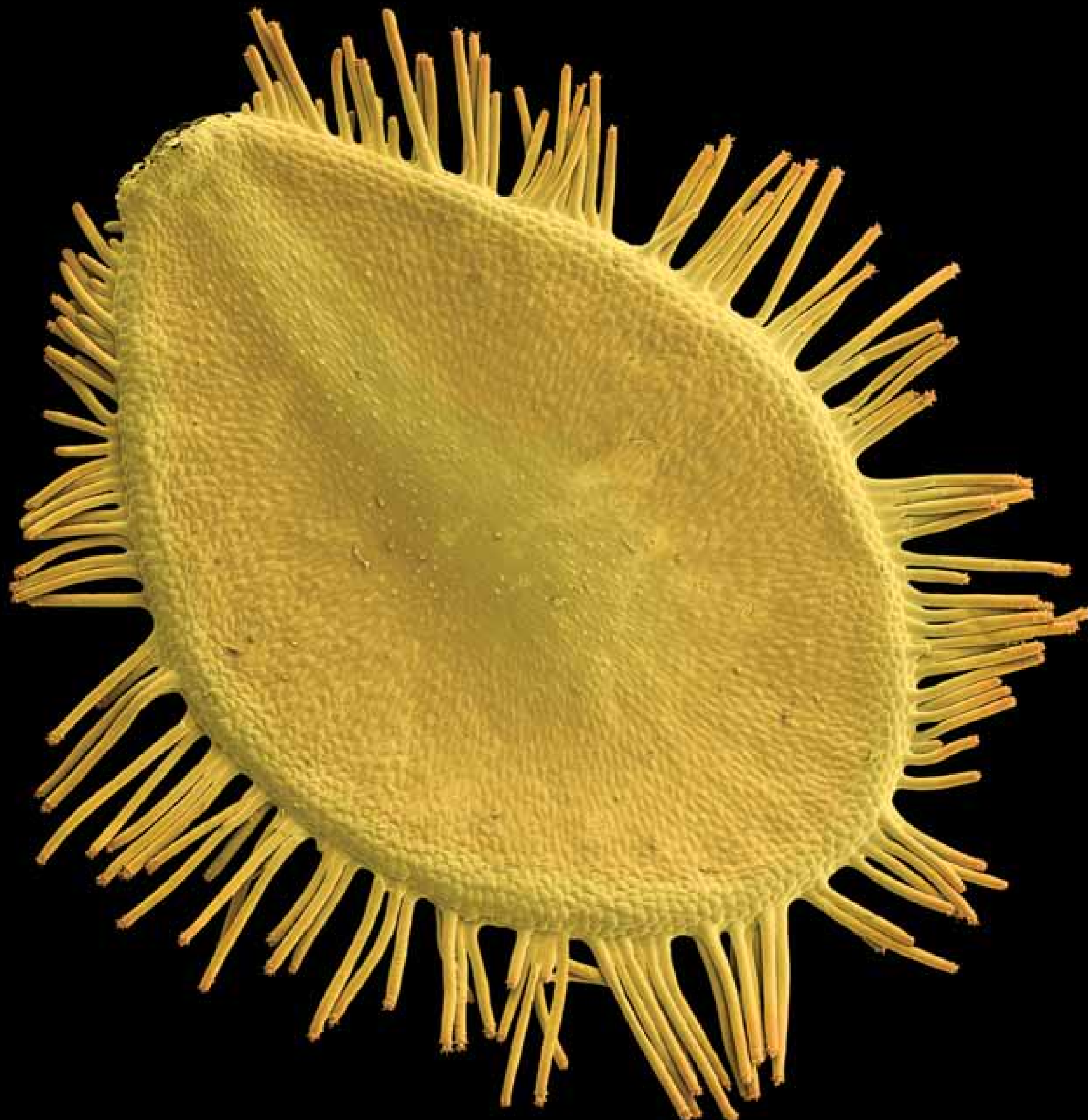
تمنحها فقط القدرة على الطفو في الهواء ولكن في الكثير من الأحيان (أوتوماتيكيًّا) في الماء أيضًا. غير أن دياسبورات بعض النباتات المتخصّصة، وخصوصًا النباتات المائية ونباتات المناقع وغيرها من النباتات التي تعيش قرب الماء، تملك تكيّفات محدّدة واضحة على الانتشار بوساطة الماء. تبقى الميزة الأهم لوحدات الانتشار/الدياسبورات المنتشرة بوساطة الماء قدرتها على الطفو، التي غالبًا ما تعزّزها إضافة أنسجة نابذة للماء، خصوصًا من الخارج. تكثر أجهزة الطفوية الممكن تمييزها على شكل أحياز هوائية وأنسجة فلّينية صامدة للماء. يحيط ببذور نيلوفر الملكة (فكتوريا أمازونيكا) وغيرها من النيلوفريّات (مثل نيمفيا ألبا) كيس هوائي فضّي شبه شفّاف سرّي المنشأ؛ يبقي نسيجه الطري السريع الزوال البذرة طافية لبضعة أيام فقط. تتألّف الأنسجة الفلّينية من خلايا ميتة مليئة بالهواء تكون جدرانها مشرّبة بالسوبرين، وهي المادة الكيميائية التي تعطي الفلّين خاصيّاته الصامدة للماء. يمنح لبّ الثمرة الفلّيني السميك، بأحيازه الهوائية الكبيرة بين الخلايا، ثمار سربيرا منغاس (دفليّات) طفوية ممتازة طويلة الأمد. في مستنقعات المنغروف على طول حافة المحيط الهندي وغرب الهادىء، تدين هذه الشجرة بانتشارها الواسع لقدرة ثمارها على الانتقال في مياه البحر.

غالبًا ما تساعد العقائف أو الأشواك الموجودة على الدياسبورات المنتشرة بوساطة الماء على تثبيت هذه الدياسبورات على طبقة مناسبة وعلى التعلّق بفرو الحيوانات أو ريش الطيور. وتجمع بذور زنبق الماء المهدّب (نيمفويدس بلتاتا ، نفليّات/ اطريفليّات) بين عدد من هذه التكيّفات. بعد اهتراء الأجزاء اللحمية من الثمرة وزوالها أو بعد أن يأكلها الحلزون، تنفتح عند القاعدة لإطلاق البذور مباشرة في الماء. يسمح لها شكلها القرصي المسطّح وهُدّاب الشعور القاسية حول محيطها وسطحها النابذ للماء باستخدام توتّر الماء السطحي لتجنّب الغرق. وعلى الرغم من كون البذور أثقل من الماء، فإنها يمكنها الطفو لبضعة أشهر في حال لم يعكّر شيء وضعها. وتسمح لها شعورها الهلبية بتشكيل سلاسل أو أطواف صغيرة على سطح الماء، أو تسافر متطفّلة على طائر مائي. تزيّن ثمارَ قسطل الماء (أنواع ترابا، حنّائيّات) ربما أكثر العقائف أذيّة في أي وحدة انتشار/دياسبور منتشر بوساطة الماء. لا تتعلّق شوكتاه أو أشواكه الأربع المنحنية الحادة بالطيور الكبيرة وغيرها من الحيوانات أو تثبّت الثمار بالأرض فحسب، بل يمكنها أيضًا إحداث جروح مؤلمة عند الأنسان في حال داس عليها. وداخل كل قسطلة ماء بذرة نشوية كبيرة واحدة، هي صالحة للأكل. زُرع أحد أنواعه، ترابا ناتَنس (كمأة الماء)، في الصين لأكثر من ثلاثة آلاف سنة لكنّ قسطل الماء المقرقش الشائع الاستعمال في المطبخ الصيني هو الكعب (وليس البذرة) اللحمي للأسل السنبلي (إيليوكاريس دولسيس ، سُعديّات).

إن وحدات انتشار/دياسبورات النباتات المائية الأخرى (مثل ذيل الهر، سيراتوفيلّوم؛ وبهائية الشعر،كَلّيتريكي)، ولا سيّما تلك التي تنمو في مياه أكثر عمقًا، غالبًا ما تفتقر إلى أجهزة مساعدة على الطفو. تحتاج بذورها إلى الإنتاش على الأرض المغمورة بالمياه في موطنها المائي وغالبًا ما تغرق على الفور لكنّ التيّارات قد تجرفها على مسافة معيّنة فوق الأرض. وفي حالات أخرى تؤخَّر مرحلة انتشار الدياسبورات غير القابلة للطفو إلى ما بعد الإنتاش. تنتش بذور الساليقارية الشائعة (ليثروم ساليكاريا ، حنّائيّات) والبوطي الخيمي (بوتوموس أومبلاتوس، بوطيّات) حيث تغرق لكنّ بوادرها تصعد بعد ذلك إلى السطح، حيث تنتشر بوساطة التيّارات أو الريح.

نيمفويدس بلتاتا (نفليّات- (زنبق الماء المهدّب؛ جُمع في المملكة المتحدة- بذرة منتشرة بوساطة الماء وصورة عن قرب للشعور حول الحافة. وعلى الرغم من كون البذرة أثقل من الماء، فإن شكلها المسطّح الشبيه بالقرص وسطحها النابذ للماء وهدّاب الشعور القاسية تسمح لها باستعمال التوتّر السطحي لتفادي الغرق. وتلتصق أيضًا الشعور الهلبية حول المحيط بريش الطيور المائية؛ يبلغ طول البذرة (بما في ذلك الهلب) نحو 5 مم.





الانتشار بوساطة المطر

يوفّر الماء على شكل مطر فرص انتشار أخرى مثيرة للاهتمام. تعتمد نباتات متخصّصة نادرة، مثل أعضاء فصيلة كاسر الحجر (أيزونيّات)، على قطرات المطر لتجرف بذورها خارج جرائها. وعلى الرغم من أن البذور غير متكيّفة لكي تطفو، فإنها صغيرة بما فيه الكفاية لكي يُخرجها رشاش المطر من الجراء. يعيش معظم الأيزونيّات، مثل الحجارة الحيّة (أنواع ليثوبس) ونسيباتها، في المناطق الجافة من أفريقيا الجنوبية حيث لا يتوافر الماء دائمًا. وفي حين أن معظم الثمار الجروية تتفتح عندما تصبح جافة، لا تُطلَق آلية تفتّح جراء الأيزونيّات إلّا عندما تتبلّل الثمار. أضف إلى أن حركة مصاريع الجراء المتفتّحة مع الرطوبة قابلة للانعكاس، أي إنها تستطيع أن تتفتح وتطبق مرة تلو مرّة. ويضمن ذلك عدم انتشار البذور إلاّ عندما يتوافر الماء اللازم للإنتاش بكمية وافية. تشكّل ثمار آذريون الماء (كالثا بالوستريس) مشهدًا مألوفًا أكثر في المناطق المعتدلة. ينتمي آذريون الماء إلى فصيلة الحوذان (حوذانيّات) ويحمل ثمارًا متضاعفة مؤلّفة من 9–12 ثميرة (جراب). عندما تتفتح هذه الأجربة على طول جانبها الأعلى لكشف بذورها، تشكّل طاسًا جاهزًا لالتقاط أي قطرات متساقطة من المطر أو الندى. وعندما تضرب القطرات الأجربة، يقذف رشاشها البذور خارجًا. وبما أن آذريون الماء ينبت عادة في المياه الضحلة عند حدود البرك أو الجداول، فإنه لا بد من أن تسقط البذور في الماء، حيث تطفو. ويسمح لها النسيج الممتلئ هواءً عند طرفها الدرزي بالبقاء طافية لمدّة قد تصل إلى أربعة أسابيع. بالطريقة نفسها التي تعتمدها النباتات البالستية الريحية، طوّرت النباتات البالستية المطرية بنى مرنة تقذف دياسبوراتها/وحدات انتشارها بعيدًا من النبتة. يتم امتصاص الطاقة الحركية اللازمة لتسريع الدياسبورات من قطرات المطر المتساقطة عبر آلية شبيهة بمنصّة الوثب. في أعضاء فصيلة النعنع (شفويّات) مثل الدرقة (سكوتلاّريا غاليريكولاتا) والبرونلاّ الشائعة (برونلاّ فولغاريس)، تتشكّل منصّة الوثب من كأس الزهرة. تحني قطرات المطر، التي تضرب شفة الكأس العلوية المرنة الشبيهة بالملعقة، عنق الزهرة المرن، الذي يرتدّ لقذف الجويزات. يمتلك بعض أجناس فصيلة الخردل (كرنبيّات/صليبيّات) ذات الثمار المسطّحة مثل الأندلسية (ثلاسبي أرفنسيس) استراتيجية مختلفة. فعندما تضرب قطرة ماء ثمار هذه النباتات، تنحني أعناقها المرنة ثم ترتدّ، قاذفةً إلى الخارج بالجانبين الورقيين من الثمرة اللذين ينطويان على البذور. ويمكن للريح الشديدة أن تحقّق النتيجة نفسها.

سفالوفيلوم لوريوم (أيزونيّات)– موطنه الأصلي جنوب أفريقيا– ثمرة قبل تبلّلها وبعده؛ أعضاء فصيلة نبات الحجر هي نباتات متخصّصة نادرة تعتمد على قطرات المطر لجرف البذور خارج جرائها. وبدلاً من أن تتفتّح ثمارها في الأحوال الجافة مثل معظم الجراء الأخرى، تتفتّح عندما تبتلّ ثم تعود فتطبق مجدّدًا عندما تجف. تضمن هذه الآلية القائمة على تفتّح الثمار مع تغيّر الرطوبة انتشار البذور فقط عندما يكون الماء متوافرًا للإنتاش .

المنغروف

أشجار المنغروف هي أشجار وجنبات استوائية وشبه استوائية نجدها خصوصًا في المناطق المدّية

كالثا بالوستريس (حوذانيّات)– آذريون الماء؛ موطنه الأصلي شمال المناطق المعتدلة– ثمرة (متضاعفة/متعدّدة) ناضجة قبل أن تتفتّح وثمرة مع أجربة متفتّحة جاهزة لالتقاط أي قطرات مطر أو ندى متساقطة سترش البذور خارجًا أو ترتد فتخرجها. ينمو آذريون الماء في المياه الضحلة عند حافة البرك والجداول ولديه بذور تحمل جهازًا قادرًا على تعويمها عند الطرف السفلي (الدرزي) من البذرة على شكل نسيج أبيض (بني في ما بعد) مليء بالهواء، يسمح لها بأن تطفو حتى أربعة أسابيع.





من المحيطات. ويشير الاسم إلى شكل حياة لا إلى مجموعة من النباتات ذات قرابة معيّنة. هناك حول العالم أكثر من خمسين نوعًا من ست عشرة فصيلة مختلفة تُعدّ من المنغروف. تكيّف المنغروف بشروط بيئية تستثني نمو غالبية النباتات الأخرى، فهو ينمو في المستنقعات الكثيرة الطين التي يغمرها المدّ بانتظام. إلى جانب جذوره الطويلة المميَّزة الشبيهة بالركائز، تشكّل طريقة توالده التكيّف المورفولوجي الأهم مع موطنه القاسي. فبدلاً من طرح بذور عادية، يجرف المدّ غالبيتها بعيدًا فتضيع، ينتمي المنغروف إلى الكائنات الوَلودة ؛ والوَلودية (الولادة الحية) عند الحيوان تعني أن الجنين ينمو داخل الأم (مثلما يحدث عند غالبية الثديّيات) وليس داخل بيضة (مثلما يحدث عند غالبية الزواحف والطيور). وتنتج النباتات الوَلودة مثل المنغروف بذورًا تنتش وهي لا تزال معلّقة بالنبتة الأم. وبعد إخصاب اللاقحة، يستمر الجنين بالنمو ببساطة. يمدّ الجنين سويقه وسرعان ما يخترق الغلاف البذري الرقيق، كما يخترق أيضًا غلاف العنبية. وقد يصل طول الجنين المكتمل النمو في المنغروف الأحمر الأكثر شيوعًا (ريزوفورا مَنغلي ، عرقيّات) إلى 25 سم. في النهاية، تسقط «البادرة»، التي لها شكل هراوة، أو أنها تنغرس فورًا في الطين تحت النبتة أو تطفو في البحر حتى يودعها المدّ التالي في مكان آخر. حسنات الوَلودية في موطن المنغروف واضحة جدًّا: عبر حمل أجنّتها حتى تنمو إلى نبتات صغيرة متميّزة كبيرة الحجم، تمنح أشجار المنغروف صغارها انطلاقة قوية. تتجذّر بوادر المنغروف، المستعدّة للانطلاق في حياتها والمجهّزة ببعض المخزون الغذائي، بسرعة كبيرة ما إن تصل إلى الأرض.

مسافرات في المحيط

تنتهي بذور وثمار الكثير من النباتات التي تنمو على السواحل أو بالقرب منها في البحر، حيث تحملها التيّارات البحرية إلى البعيد. وقد تُطرح الثمار والبذور مباشرة على الشاطىء أو تسقط في البرك المدّية والسبخات لتعود مياه المدّ وتحملها معها. أما البذور الناشئة بعيدًا من الشاطىء فهي تبلغ البحر من طريق الجداول والأنهار، بالصدفة في الكثير من الأحيان. أما من ناحية أخرى، فإن عددًا من النباتات، ولا سيّما في المناطق الاستوائية، يمتلك وحدات انتشار/دياسبورات متكيّفة بشكل محدّد للسفر في مياه البحر طوال أشهر أو حتى سنوات؛ وقد سبق لنا أن ذكرنا مثلَ ثمرة شجرة المنغرو(سربيرا منغاس). عندما تبلغ هذه الدياسبورات القادرة على السفر في البحر التيّارات المحيطية السطحية الرئيسية، يحتمل أن تأخذها رحلتها إلى مسافة آلاف الكيلومترات من مكان منشئها. لقد كان شارلز داروين مسحورًا بفكرة أن بذورًا من البلدان الاستوائية يمكن أن تنتقل إلى أوروبا. ويجمع بعضهم، كهواية، بذورًا وثمارًا غريبة تجرفها مياه البحر إلى الشاطئ، وتُعرف شعبيًّا بـ «فاصوليا البحر».

قد يكون الترحال مع التيّاراتالمحيطية أمرًا آسرًا لكنّه – مثل الانتشار الريحي- استراتيجية اتفاقية تنطوي على الكثير من الهدر. يفقد الكثير من الثمار والبذور قدرته على الطفو ومن المرجح أن ينتهي به الأمر في قاع المحيط أو في مكان يشهد ظروفًا حياتية غير مناسبة. على سبيل المثال، يحمل تيّار الغولف ستريم بانتظام ثمارًا وبذورًا استوائية من أميركا الجنوبية والكاريبي إلى شواطىء أوروبا الشمالية غير المضيافة. تنتمي هذه الثمار والبذور التي يكثر قدومها من العالم الجديد إلى

سفالوفيلّوم لوريوم (ديموميّات) موطنه الأصلي جنوب أفريقيا– ثمرة قبل التبلّل وبعده؛ أفراد فصيلة النباتات الحجرية هي نباتات متخصّصة نادرة تعتمد على قطرات المطرلجرف البزور خارج جرائها. بدلاً من أن تتفتّح الثمار في الظروف الجافة مثل معظم الجراء الأخرى، تتفتّح عندما تبتلّ وتعود فتطبق مجدّدًا عندما تنشف. تضمن هذه الآلية في التفتّح وفقًا لمستوى الرطوبة عدم انتشار البزور إلاّ عندما يتوفّر الماء الضروري لانتاشها.







فصيلة البقول الحبّية (قرنيّات)، ومن المرجح أن الناس لهذا السبب يدعونها «فاصوليا البحر». ولا بد من أن هذه البذور قد بدت غريبة بالنسبة إلى الناس عبر التاريخ، خصوصًا في القرون الوسطى. وليس مفاجئًا أن يكون عدد كبير من القصص والأساطير والمعتقدات الخرافية قد حيك حولها. ويُزعم أن رحلة كريستوفر كولومبس الاستكشافية قد ألهمها قلب البحر الغريب (إنتادا غيغاس) ولا يزال أهل بورتو سانتو في جزر الآصور يسمّون البذرة « فافا دي كولوم» (فولة أو فاصولية كولومبس). يثمّن اليوم الجامعون ومصمّمو الحلى النباتية هذه البذور لأشكالها وألوانها الجميلة. وإلى جانب قلب البحر، تشمل أنواع فاصوليا البحر الأكثر شهرة فاصوليا البحر الحقيقية (موكونا سلواني وموكونا أورنس) وكيس البحر (ديوكليا رفلكسا) والبندق الهندي (سيزالبينيا بندك، سيزالبينيا ماجور) وفاصوليا مريم/مريمية قرصية البذر (مريميا ديسكويديسبرما). معظم هذه النباتات هي من القرنيّات لكن فاصوليا مريم تنتمي إلى فصيلة الدوديّة الأرجوانية (محموديّات).

تنمو إنتادا غيغاس كنبات معترش ضخم في الغابات الاستوائية في أميركا الوسطى والجنوبية وأفريقيا. وبذور هذا النبات هي الدياسبورات/وحدات الانتشار المجروفة الأكثر شيوعًا على الشطآن الأوروبية. إن البذور البنّية القلبية الشكل التي يمكن أن يصل قطرها إلى 5 سم هي بحد ذاتها كبيرة الحجم لكنّها محمولة أيضًا في أكبر قرون / سنفات البقوليّات على الإطلاق، والذي يصل طوله إلى 1.80 م. كانت بذور قلب البحر وبذور قريبتها إنتادا فاسيولويدس الآتية من أفريقيا وأستراليا تُحفر عادة في النروج ومناطق أخرى من أوروبا لصنع علب سعوط ومَدال (م: مدلاة). أما في إنكلترا، فقد استُخدمت البذور كحلقات إسنان وحلى صغيرة تجلب الحظ من أجل حماية الأطفال في البحر. وكان سكّان جزر الهيبريد يلبسون البندق الهندي الرمادي كتمائم من أجل دفع أذى العين المصيبة بالسوء. وقيل إن البذور تصبح سوداء عندما يكون مَن يحملها معرّضًا للخطر. ولا شك في أن فاصوليا مريم هي فاصوليا البحر الأكثر إثارة للفضول. ينتجها نبات خشبي معترش ينمو في غابات جنوب المكسيك وأميركا الوسطى، ويبلغ قطر البذور السوداء أو البنّية، الكروية إلى المستطيلة الشكل، 20-30 مم وسماكتها 15 – 20 مم. وسمة هذه البذور المميّزة هي صليب مكوَّن من حَزَّين، أعطاها اسمها «فاصوليا الصلب» أو «فاصوليا مريم». وبالنسبة إلى الأشخاص الأتقياء، فقد حملت هذه البذرة معنى رمزيًّا. ونظرًا إلى أنها تنجو من مياه المحيط، فإن اعتقادًا قد ساد بأنها تمنح الحماية لكل من يقتنيها. ففي جزر الهيبريد مثلاً، كانت المرأة التي تمسك بحبّة فاصوليا مريم في أثناء المخاض تضمن لنفسها ولادة يسيرة. وكانت البذور تنتقل كتميمة ثمينة من الأم إلى الابنة على مدى أجيال.

إلى جانب مقاومة مياه البحر، يبقى المتطلّب الأساسي الأهم في الدياسبور/وحدة الانتشار لكي يقطع المحيطات بنجاح هو قدرته على الطفو. إذ إن معظم الدياسبورات الاستوائية لا تطفو لا في المياه العذبة ولا في مياه البحر. ويُقدَّر أن أقل من واحد في المئة من النباتات البذرية الاستوائية تنتج ثمارًا أو بذورًا تطفو في مياه البحر لمدّة لا تقل عن الشهر. أما النباتات المتكيّفة بالتحديد مع الانتشار المائي فإنها تمتلك أجهزة مختلفة تؤمّن الطفوية. تزيد البذور ثقلها النوعي بعدم ملء كامل تجويف الغلاف البذري الخشبي السميك (مثل شجر الجوز المسهّل، ألوريتس مولوكانا،

الصفحة المقابلة: سربيرا منغاس (دفليّات) – سربيرة وردية العنق/ منجا بحرية؛ موطنها الأصليّ من جزر السيشيل إلى المحيط الهادئ- ثمرة جرفها البحر؛ يكثر وجودها على شطآن المحيطين الهندي والهادئ. بعد تعفّن القشرة الخارجية وزوالها، يمكن رؤية القفص المؤلّف من حزم وعائية خشبية والذي يغلّف لبّ الثمرة الفلّيني الكبير الذي يضم أحيازًا هوائية بين الخلايا. يضمن النسيج الفلّيني طفوية ممتازة وطويلة الأمد للثمرة في مياه البحر؛ يبلغ طولها 9 سم.

أدناه: ريزوفورا مانغلي (عرقيّات)- منغروف أحمر؛ التقطت الصورة على جزيرة في المحيط الهادئ هي بانغاي موتو في مملكة تونغا- غصن يحمل ثلاث ثمرات وَلودة (عنبيّات)، أسقطت إحداها جنينها الأخضر الطويل؛ تُظهر النبتة في الخلفية الشكل النمائي النموذجي للمنغروف الأحمر.








فربيونيّات) وذلك بترك فرجة ممتلئة بالهواء بين فلقتيها (مثل أنواع إنتادا، أنواع موكونا، أنواع مريميا، مورا مجيستوسبرما) أو بإنتاج نسيج فلقي خفيف الوزن (مثلاً البقوليّات الحبية مثل أنواع ديوكليا). قد تجمع الثمار القادرة على الانتقال في البحر - أو لا تجمع - بين هذه الخاصيّات من جهة وتجاويف هوائية في غلاف الثمرة، أو غلاف ليفي أو فلّيني من جهة أخرى.

بفضل غلافها الفلّيني فقط، تظل ثمار شجرة سم السمك /سم البحر (بارينغتونيا أزياتيكا، لوسيتيّات)، وهي مواد مجروفة شائعة على شواطئ بولينيزيا الفرنسية، طافية لمدّة سنتين على الأقل.

يجمع جوز الهند (كوكوس نوسيفيرا، نخليّات) بين غلاف ثمري إسفنجي ليفي وفقّاعة هواء في جوف السويداء. يحمي البذرة في الداخل غلاف ثمري داخلي قاس سميك، ما يجعل ثمرة جوز الهند ثمرة نووية جافة وليس جوزة. وعلى الرغم من أنه لا يمكننا اعتبار جوزة الهند فاصوليا بحر، فإنها تشكّل مثلاً كلاسيكيًّا للثمرة المسافرة في المحيط. إن تكيّف جوزة الهند الممتاز بالانتشار البحري قد سمح بنشر نخيل جوز الهند في جميع أنحاء المناطق الاستوائية. يبلغ معدّل المسافة القصوى التي تستطيع جوزة الهند قطعها وهي لا تزال طافية وقابلة للحياة 5000 كيلومتر. وعندما يحملها البحر في النهاية إلى أحد الشطآن، تنتش ببطء ما إن يغسل المطر الملح الذي غلّفها خلال رحلتها. ونظرًا إلى أن رمل البحر لا يحتفظ بأي رطوبة تُذكر، فإن السويداء السائلة داخل جوزة الهند تؤمن مخزون ماء حيويًّا من الإنتاش إلى أن تصل جذور البادرة إلى الماء العذب في الأرض.

جوزة السيشيل/جوزة اللودواسية الملديفية هي أكثر الثمار المجروفة غموضًا وتحمل أكبر بذرة في العالم. وعلى الرغم من أن لا قرابة وثيقة لجوزة السيشيل مع جوزة الهند فإنها تشبهها، ما يفسّر الاسمين اللذين يُعطيان لها أيضًا، «جوزة الهند المزدوجة» و«جوزة هند البحر». بخلاف جوزة الهند، فإن جوزة السيشيل لا تتكيّف مع الانتشار المحيطي. ولا تستطيع أن تطفو وهي غضّة ولا تنجو من التواجد لوقت طويل في مياه البحر. في القرن الخامس عشر، وقبل اكتشاف جزر السيشيل (1743) بزمن بعيد، وصلت أغلفة الثمرة الداخلية إلى شطآن المحيط الهندي. وبما أن معظمها قد وُجد في جزر الملديف، فإنها أعطيت الاسم اللاتيني المضلّل إلى حد ما لودويسيا مالديفيسيا . يبقى التوزيع الحقيقي لشجرة النخيل المدهشة هذه مقتصرًا على جزيرتي السيشيل برالين وكوريوز. تُشتهر جوزة السيشيل بحجمها ولكن أيضًا بشكل ثمارها «غير المحتشم»، الذي كان الأساس في عدد كبير من الخرافات. فلقد اعتقد البحّارة الملاويّون والصينيّون أن الجوزة المزدوجة تنمو تحت سطح الماء على شجرة غامضة شبيهة بنخلة جوز الهند. وفي أوروبا، ساد الاعتقاد بأن لهذه الثمار المثمّنة عاليًا خصائص علاجية وأن سويداءها ترياق للسم. ويصف ألبرت سميث بيكمور في كتابه «رحلات في الأرخبيل الشرق هندي»، الصادر عام 1869، مدى قيمة «جوزة البحر» قبل اكتشاف السيشيل: «بالنسبة إلى البحّارة الأوائل في المحيط الهندي، لم تكن جوزة السيشيل معروفة إلاّ من البذور التي يجرفها البحر ويلقيها على الشواطئ في جميع أنحاء المنطقة. ولكان أمير سيلان، الذي قيل إنه قدّم سفينة كاملة محمّلة بالتوابل مقابل عيّنة واحدة من جوزة الهند المزدوجة، تمكّن من إشباع كل رغبات قلبه لو أنه عرف فقط أنها لم تكن نادرة في السيشيل، إلى الشمال من الموريشيوس».

الانتشار الذاتي

لا يعهد بعض النباتات ببذوره للريح أو الماء أو الحيوانات، لكنّه طوّر آليّات تسمح له بنشر بذوره بنفسه، لمسافة قصيرة على الأقل. ويحدث هذا الانتشار الذاتي إما بقذف البذور بعيدًا (انتشار بالستي) أو بدفن الثمار في الأرض.

الانتشار البالستي

يمكن أن تنتج الآليّات التي تستخدمها النباتات لقذف بذورها خارج ثمارها إمّا من الحركات المنفعلة (وفقًا لنسبة الرطوبة) للأنسجة الميتة أو من الحركات الفاعلة العائدة إلى الضغط المرتفع في الخلايا الحية.

متفجّرات منفعلة

تتفتّح الثمار المتفتّحة الجافة مثل الجراء والأجربة بالتدريج على طول خطوط سابقة التكوين مع موت غلاف الثمرة ويباسه. ويؤدّي انكماش أنسجة غلاف الثمرة في النهاية إلى تشقّقه. وتكون هذه العملية عادة عملية بطيئة متدرّجة، ولكن في بعض الثمار يكون غلاف الثمرة متكيّفًا بشكل محدّد لتوليد درجة عالية من التوتر، الذي يُطلَق في النهاية عبر انفجار مفاجئ يقذف البذور خارجًا. يرتكز المبدأ الأساسي لهذه الآلية على الاتجاهات المختلفة للخلايا الممدودة في الطبقات المجاورة، التي غالبًا ما تتألّف من ألياف متصالبة سميكة الجدران. وعندما تجف الخلايا تتقبض بموازاة محورها الطولي، وهو ما يؤدّي إلى شد الطبقات المجاورة في اتجاهات مختلفة. ويُطلَق التوتّر أخيرًا في حركة انفتال انفجارية لأجزاء الثمرة المستقلّة، التي تتمثّل عادة بأخبية كاملة أو أنصاف أخبية. في بعض البقول الحبّية، ينفصل نصفا الخباء الوحيد على طول الجانبين الظهري والبطني. وعبر الانفتال في اتجاهين مختلفين بسرعة البرق ، يُقذف نصف الخباء خارج البذرة بقوّة كبيرة. ويشكّل القوطيسوس/رتم المكانس (سيتيزوس سكوباريوس) والجَولق الأوروبي (أولكس أوروبايوس) والجلبان العطر (لثيروس أودوراتوس) والترمس (أنواع لوبينوس) أمثلة مألوفة تُظهر هذا السلوك. وتُنشر البذور عادة على مسافة قصيرة. أما في الجولق الأوروبي، فإن البذور تبقى ضمن شعاع النبتة الأم، مع ابتعاد نحو 2 في المئة فقط من البذور 2–2.5 م. مثلما هي الحال في الكثير من الأحيان، تكون المسافات المقطوعة أكبر بكثير في المناطق الاستوائية. فبفضل علوّها الشاهق فإن ثمرة تترابرلينيا ميرلينا ، وهي شجرة أفريقية من البقوليّات تنمو في الغابات المطرية في الغابون وجنوب غرب الكاميرون، تقوم بقذف بذورها إلى مسافة قد تصل إلى 60م من النبتة الأم. وهذه أطول مسافة مسجّلة في الانتشار البالستي.

الفربيونيّات هي فصيلة ثمرتها النموذجية جروٌ متفتّح انفجاريًا. في النباتات العشبية المعتدلة من الفصيلة الفربيونية مثل فربيون ببلوس (أوفوربيا ببلوس) وفربيون الشمس/الحِلبلاب (أوفوربيا هليوسكوبيا) والحُلبوب المعمّر (مركوريااليس برينّيس) والحُلبوب الحولي (مركورياليس أنّوا)، تتألّف الثمرة من ثلاثة أخبية. وعندما تنفجر الثمرة، تتجزأ إلى ستة أنصاف أخبية، ما

الصفحة المقابلة: فاصوليا البحر – من الأعلى إلى الأسفل: مريميا ديسكويسبرما (محموديّات)- فاصوليا مريم/مريمية قرصية البذر؛ جُمعت في جزر الهبريد الجديدة في اسكتلندا؛ يبلغ قطرها نحو 2 سم؛ Caesalpinia major (قرنيّات Fabaceae)- بندق هندي أصفر yellow nickernut؛ جُمع في جامايكا؛ يبلغ طول البذرة 2.5 سم؛ إنتادا جيغاس (قرنيّات)- قلب البحر ؛ جُمع في جامايكا؛ يمكن أن يصل قطره إلى نحو 4.5 سم؛ موكونا أورنس (قرنيّات) فاصوليا بحر حقيقية أو فاصوليا الهمبرغر؛ يبلغ قطر البذرة نحو 2.5 سم.

أدناه: لودويسيا مالديفيكا (نخليّات)- لودواسية ملديفية/جوزة السيشيل؛ موطنها الأصلي جزر السيشيل- تحتاج الثمار الأحادية البذرة إلى 7–10 سنوات لكي تنضج، وتحملها إحدى النخليّات الأكثر روعة على الإطلاق وتحتوي أكبر البذور في العالم. قبل اكتشاف جزر السيشيل، كانت العيّنات التي يتم الحصول عليها مثمّنة عاليًا في أوروبا؛ يبلغ طول الثمرة (بعد إزالة اللب الليفي) 33 سم.





أوفوربيا هليوسكوبيا (فربيونيّات)- فربيون الشمس/حِلبلاب؛ جُمع في المملكة المتحدة - بذرة مع زائدة بذرية (جسم دهني) لاجتذاب النمل من أجل تأمين انتشار البذور. تتشكّل نموذجيًّا زوائد البذرية في الفربيون ونسيباته من انتفاخ الغشاء الخارجي حول البُويب؛ وتبقى القناة البُويبية المركزية وغالبًا ما يمكن رؤيتها في
البذرة الناضجة؛ يبلغ طول البذرة 2.3 مم.

الصفحة المقابلة: أوفوربيا إبيثيمويدِس (فربيونيّات)- فربيون الوسادة؛ موطنه الأصلي أوروبا الوسطى والشرقية - صورة عن قرب لنظام ازهرار يحمل ثمارًا متنامية.



يقذف بثلاث بذور بحركة عنيفة. يعود الموطن الأصلي للمثال الأبرز في هذه الفصيلة إلى المنطقة الاستوائية من العالم الجديد. ويمتلك وزيم شجرة صندوق الرمل (هورا كريبيتانس) من أميركا الجنوبية والكاريبي عددًا أكبر من الأخبية (5–20) مما نجده عادة في أنواع الفرابيون الأخرى. كما أن الثمرة المضلّعة، التي هي بحجم المندرينة، تنفجر بشكل أعنف مطلقةً صوت إطلاق نار عالٍ (من الكلمة اللاتينية «كريباري» = انفجر). تقذف قوّة الانفجار البذور المسطّحة القرصية الشكل، التي يساوي عددها عدد الأخبية الموجودة، إلى مسافة قد تصل إلى 14م. ويعود الاسم الإنكليزي بمعنى «شجرة صندوق الرمل» إلى ما قبل اختراع الورق النشّاف وقلم الحبر، عندما استُخدمت الثمار كحاويات للرمل المستخدم لتنشيف الحبر الذي كان يسيل بوفرة من ريش الإوز.

متفجّرات فاعلة

تستطيع الثمار المتفتّحة اللحمية مراكمة ما يكفي من الضغط لكي تنفجر بوساطة أنسجة الخلايا الرقيقة الجدران، التي ترفع ضغطها الخلوي الداخلي (ضغط الاكتناز) عبر سحب المزيد من الماء. ومع انتفاخ الأنسجة، يأتي وقت يصبح فيه الضغط على الطبقات المجاورة غير المرنة مرتفعًا جدًّا بحيث إن أقل حركة للثمرة تطلق الانفجار الذي يقذف البذور خارجًا. يستطيع حيوان مارّ إطلاق الآلية وعلى الرغم من أن بذور مثل هذه الثمار تكون ملساء بعامة وغير دبقة، فإنها تعلق في فرو الحيوان وتُنقل إلى مسافة معيّنة. ومن الأمثلة الكلاسيكية للثمار المنفجرة بشكل فاعل هناك المجزاعة (أنواع إمباسينس) من فصيلة البلسم (بلسمينيّات) وقثاء الحمار (إكباليوم إيلاتيريوم) من فصيلة القرع (قرعيّات).

إن كل من لعب بثمار المجزاعة فعصرها برفق بين إصبعيه يعلم أن اسمها مناسب تمامًا لها. تتألّف ثمارها المتدلّية من خمسة أخبية تفصل بينها خطوط تفتّح سابقة التشكيل. يتراكم الضغط في الطبقات الخارجية لغلاف الثمرة وعندما يصبح شديدًا بما فيه الكفاية لفصل الأخبية بعضها عن بعض، تؤدّي أقل حركة إلى انفجار الثمار. يتمدّد الجزء الخارجي من غلاف الثمرة أكثر من داخله، ما يؤدّي إلى تقوّس مصاريع الثمرة نحو الداخل في حركة سريعة كالبرق تقذف البذور بقوّة إلى مسافة 5 م. وقد يكون محفّز الانفجار إمّا حيوانًا مارًّا أو قطرات مطر أو ماءً يقطر من شجرة أو الريح أو بذورًا أُطلقت من ثمرة مجاورة. وعندما تبدأ ثمار قثاء الحمار المتوسّطية بالنضج، تُراكِم طبقات النسيج الداخلي ضغطَ اكتناز على القشرة الخارجية السميكة غير المرنة. تشير خطوط الانفصال المحدَّدة سلفًا عند قاعدة السويق إلى الأعلى نتيجة استدارة الثمرة نحو 180 درجة على الزُنيد pedicel. في آخر الأمر، تؤدّي أقل حركة إلى قذف السويق كالفلّينة، ما يترك ثقبًا ينبثق منه عصير غير مركّز والبذور. ويكون الضغط داخل الثمرة عاليًا جدًّا بحيث إن البذور تتمكّن من قطع أكثر من 10 م.

يسجّل الهدال القزم رقمًا قياسيًّا ويستخدم المبدأ نفسه تقريبًا الذي نجده في قثاء الحمار. يعود موطن معظم أنواع الهدّال القزم إلى أميركا الشمالية وهي طفيليّات تنمو على أشجار الصنوبر



أعلاه: لثيروس كليمينوم(قرنيّات)- جُلبان متمفصل؛ موطنه الأصلي منطقة المتوسّط- صورة عن قرب لثمار متفتّحة؛ تقذف ثمار القرنيّات المتفتّحة انفجاريًّا عبر فتل نصفيّ خبائها الوحيد في اتجاهين متقابلين.

أدناه: هورا كريبيتانس (فربيونيّات)- شجرة صندوق الرمل؛ موطنها الأصلي أميركا الجنوبية والكاريبي- للثمرة المضلّعة التي تحملها شجرة صندوق الرمل حجم المندرينة وتنفجر بعنف قاذفةً بذورها المسطّحة القرصية الشكل إلى مسافة 14م.

الصفحة المقابلة: إيمباسينس غلاندوليفيرا (بلسمينيّات/ مجزاعيّات)- مجزاعة غدّية؛ موطنه الأصلي جبال الهيمالايا- صورة عن قرب لأزهار وثمار (أعلاه) وثمرة انفجرت (أدناه). عندما تنضج الثمار، يتراكم الضغط في الطبقات الخارجية من غلاف الثمرة. في النهاية، تؤدّي أقل حركة بالثمار إلى الانفجار وتُقذف البذور بعنف إلى بُعد 5 م.



وتنتمي إلى الجنس أرسوثوبيوم في فصيلة هدال الميلاد (فسكاسيا؛ وقد أُلحقت مؤخّرًا بفصيلة الصندل، صندليّات). تعتمد أنواع الهدال الأخرى على الطيور لنشر بذورها، في حين أن أنواع الهدال القزم (باستثناء أرسوثوبيوم فرتيسيليفلوروم) قد طوّرت ثمارًا متفتّحة انفجاريًّا. ومثلما يحدث تمامًا في قثاء الحمار، ينحني الزُنيد نحو أسفل مع نضج الثمرة وتَشَكُّل خط تفتّح حول نقطة تعلّقها. وبعد اكتمال نضج الثمرة، تستطيع أقل حركة أن تفصلها عن الزُنيد. ويكون الضغط الذي يتراكم داخل العنبية الأحادية البذرة الخضراء الداكنة شديدًا جدًّا بحيث إنه يُطلق البذرة الدبقة البالغة الصغر عبر الثقب في غلاف الثمرة المطّاطي القوام مسافة قد تصل إلى 16 م وبسرعة لافتة من 2 م في الثانية (97 كم في الساعة). وقد تُضرب شجرة واحدة من الصنوبر الثقيل الخشب مصابة بالهدال أرسوثوبيوم كمبيلوبودوم بأكثر من مليونيّ بذرة، تمضي الشتاء على السطح حيث تسقط وتنتش في الربيع التالي. وإذا كانت البذرة محظوظة بما فيه الكفاية لتسقط على شجرة مضيفة مناسبة، فإن جنينها ينمو مستمدًّا الغذاء من نسيج السويداء التخليقي الضوئي ويدخل لحاء الشجرة المضيفة. يستطيع النوع أرسوثوبيوم العيش داخل الشجرة المضيفة لعدّة أشهر أو حتى سنوات قبل إنتاج نبتة.

سواء قُذفت البذور من ثمار منفجرة بشكل منفعل أو فاعل، فإنها لا تُنشر على مسافة أكثر من بضعة أمتار. وحسنة الانتشار البالستي هي أنه بخس ولا يحتاج إلى تأمين مكافآت للحيوانات الناشرة أو يتطلّب عادة قدرًا يذكر من البنى المتخصّصة. تبقى الاستراتيجية المفضّلة عند النباتات الحولية نشرَ بذورها بطريقة تسمح لها بالإبقاء على مجموعة النباتات الموجودة وتوسيعها في المكان نفسه بدلاً من استعمار أراضٍ جديدة. أمّا في النباتات المعمّرة فالعنصر الأهم هو أن تتفادى البذور المنافسة مع النبتة الأم. غير أن قذف البذور من ثمارها غالبًا ما يكون المرحلة الأولى من تاريخ انتشارها. ويمتلك عدد كبير من البذور، مثل بذور قثاء الحمار والبنفسج المثلّث الألوان والفربيون والجَولق الأوروبي، زائدة دهنية غنية بالطاقة تعمل كطعم صالح للأكل يغري النمل ليحمل البذور بعيدًا من النبتة الأم. وبغض النظر عن هذه الزوائد، تكون عادةً البذور المنتشرة بالستيًّا صغيرة الحجم وملساء وكروية نوعًا ما، ما يضمن مقاومة ضعيفة للهواء.

ثمار أرضية — أو كيف ينتهي الفول السوداني تحت الأرض؟

هذا سؤال منطقي لكل من رأى نبتة فول سوداني (أراكيس هيبوجيا، قرنيّات). ففي النهاية، الفول السوداني هو ثمرة والثمار تنمو من الأزهار، والأزهار تحتاج إلى أن تُلقَّح، وهو أمر غالبًا ما يحدث في الهواء. فكيف تستطيع ثمرة بالتالي أن تنتهي تحت الأرض؟ الجواب هو أن النبتة تدفنها بنفسها. وبعد التلقيح والإخصاب، يُدفع المبيض نزولاً في الأرض، ما يفسّر الاسم «جيوكاربي» (نضج الثمار تحت الأرض) الذي يُعطى لهذا النوع من الانتشار الذاتي. ويتموضع الخباء الوحيد في زهرة الفول السوداني عند طرف عضو متخصّص شبيه بالساق يُدعى حامل الوزيم. وحالما







تُخصب البويضات، ينحني حامل الوزيم ويستطيل حتى يدفع بالمبيض اليانع المستدق الطرف تحت الأرض. وبعد أن يبلغ المبيض وجهته تحت الأرض، ينتفخ لإنتاج حبوب فول سوداني. تشمل القرنيّات الأخرى التي تدفن ثمارها بالطريقة نفسها اللوبيا تحت الأرضية من غرب أفريقيا (فيغنا سوبترّانيا) وأستراغالوس هيبوجيوس من سيبيريا الغربية. نجد ظاهرة نضج الثمار تحت الأرض خصوصًا في النباتات الحولية التي تعيش في المناطق الحارة والجافة مثل الصحاري والأراضي العشبية والسفناء. وهنا، لا يشكّل طمر الثمار حماية فقط ضد الحيوانات الراعية فحسب، بل يضمن بشكل أساسي أن يبقى الجيل التالي في موقع ملائم في مثل هذه البيئات القاسية.

أما في المنطقة المعتدلة، فهناك مثل نادر واحد لنبات يطمر ثماره وهو الكتّانيّة الجدارية (سيمبالاريا موراليس، حمليّات)، التي تحمل أزهارًا برّية شائعة على جدران وصخور بريطانيا العظمى وأوروبا وأميركا الشمالية. وعندما تزهر النبتة، تواجه الأزهار الشمس. وما إن تُلقَّح، حتى تبتعد زُنيداتها عن الشمس وتلتمس الظل بأن تنمو لتصبح أطول وتبحث عن شقوق وصدوع مظلمة مناسبة تودع فيها ثمرتها. وعندما تنضج الثمرة، تتفتّح الأجربة لإطلاق عدد من البذور الصغيرة المزخرفة بشكل غير منتظم. ويحول غرس النبتة الأم للثمار بعناية وسطح الثمار الخشن دون أن تتدحرج إلى خارج بيئتها المحمية.

الطمر الذاتي بالحفر

يطمر بعض الدياسبورات/وحدات الانتشار نفسه بعد الانتشار. إلى جانب إبقاء البذور بمنأى عن الحيوانات التي تقتات بها، يُعدّ هذا الطمر الذاتي تكيّفًا بالأتربة الجافة إذ إنه يسمح للدياسبور بالوصول إلى الطبقات الأكثر رطوبة الموجودة تحت سطح التربة مباشرةً. إن الحركة الدوّارة التي تقوم بها الزائدة المتأثّرة بتغيّر مستويات الرطوبة - تنفتل وتنحل مع التغيّرات في الرطوبة- تسمح للدياسبور بالحفر في الأرض بحيث يطمر نفسه فيها. يُشتهر هذا السلوك في أنواع اللقلقي، مثل اللقلقي الأحمر الساق (إيروديوم كيكوتاريثوم) واللقلقي المسكي (إيروديوم موسكاتوم). تتألّف دياسبوراتها من أجزاء (ثميرات) من ثمرة منشقّة الأخبية ذات منقار طويل. بعد تفكّك الثمرة، تحتفظ كل ثُميرة أحادية البذرة بحصّة من المنقار، تعمل كسفاة متحرّكة وفق التغيّرات في الرطوبة. ونجد الآلية نفسها في عدد من أنواع الفصيلة النجيلية (نجيليّات) التي لها بها علاقة قرابة بعيدة. تحمل زُهيرات الشوفان البرّي (أفينا فاتوا) والشعير البرّي (هورديوم فولغاري، نويع سبونتانيوم) والحلفاء الشعرية (ستيبا كوماتا) سفاءً تنفتل قاعدتها وتنحلّ مع التغيّرات في مستويات الرطوبة. وتكون الزُهيرات الحافرة التي تحملها الحلفاء/العشب الرمحي (ستيبا سيتاسيا) حادة جدًّا بحيث تتمكّن من اختراق صوف الغنم وجلده. وبعد أن تنغرز الزهيرات في لحم الحيوان، يصبح نزع الشعور المنحنية على سطح الزُهيرات من مكانها أمرًا شبه مستحيل. وتسحب حركات عضلات الحيوان المتألّم الثمار إلى أماكن أعمق فأعمق من جسمه. ويُزعم أن زُهيرات ستيبا سيتاسيا قد وُجدت في عضل قلب خرفان ميتة.

الصفحة المقابلة: سيمبالاريا موراليس (حمليّات)- كتّانية جدارية، جُمعت في المملكة المتحدة- بذرة لا تكيّفات واضحة لها مع طريقة معيّنة من الانتشار. تقوم النبتة الأم بغرس البذور، فتودعها في الشقوق والصدوع المظلمة. وقد يحول سطح البذور الخشن دون تدحرجها خارج موقعها المحمي؛ يبلغ طول البذرة 0.6 مم.

أدناه: سيمبالاريا موراليس (حمليّات)- كتّانية جدارية؛ التُقطت الصورة في المملكة المتحدة- أزهار.



زحف واهتزاز

تسمح الزوائد المتحرّكة مع تغيّرات مستويات الرطوبة لدياسبورات/ وحدات انتشار أخرى بالزحف على الأرض لمسافات قصيرة. نجد مثل هذه الدياسبورات الزاحفة في بعض النباتات العشبية وفي فصيلة دوّار الشمس (نجميّات) وفصيلة شوك الدرّاج (دبساسيّات). تحمل ثمارها مظلّة (كأس معدّلة) متحرّكة مع التغيرات في مستويات الرطوبة. على سبيل المثال، تحمل ثمار (مظلّيات) القنطريون العنبري (سنتوريا سيانوس ، نجميات) في قمّتها حزمة من القطع المظلّية القاسية القصيرة الشبيهة بالحراشف، التي لا يسمح لها حجمها البالغ الصغر بأداء أي دور في الانتشار الريحي. وتضطلع هذه الحراشف بوظيفة مختلفة: مع تغيّر مستويات الرطوبة، تتحرّك حراشف المظلّة تكرارًا نحو الداخل فإلى الخارج، دافعةً بذلك الثمار بضعة سنتيمترات فوق الأرض. وتحول الأسنان الشديدة القصر، الموزّعة على طول الحوافي والموجّهة إلى الأمام، دون التحرّك في الاتجاه المعاكس. تكون المسافات التي تزحفها هذه النباتات قصيرة لكنّها تبتعد على الأقل من النبتة الأم؛ وربما تحملها الريح ومياه المطر إلى مكان أبعد. وقد منحتها استراتيجية إضافية أكثر تخصّصًا انتفاخًا صالحًا للأكل عند القاعدة لاجتذاب النمل بالتحديد، وهي طريقة انتشار سوف نتناولها لاحقًا بالتفصيل.

تسمح السّفا المتخصّصة لثمار بعض النباتات العشبية (مثل أريناثيروم إيلاثيوس، أفينا ستيريليس) بالاهتزاز والقفز على مسافات قصيرة. ويكون الجزء البعيد من سفاها الطويلة مستقيمًا، أمّا الجزء الأدنى منها فمنفتل على نحو لولبي وشديد التأثّر في حركته بالتغيّرات في مستويات الرطوبة. ومع تغيّر الرطوبة، يلتف الجزء القاعدي أو ينحل، ما يدير الجزء البعيد المستقيم من السفاة. نظرًا إلى أن كل ثمرة تحمل سفاتين، تدوران باتجاهين معاكسين، فإن أجزاءهما البعيدة تلتقي في مآل الأمر وتتشابك. ويُطلق التوتّر الذي يتراكم بينها عندما يصبح الضغط شديدًا بما فيه الكفاية لدفع الأجزاء البعيدة بمحاذاة بعضها بعضًا. وفي ثانية واحدة، تقذف حركة السفا الاهتزازية الدياسبور في الجو.

الانتشار بوساطة الحيوانات

تكون حركات الحيوانات أقل مصادفة من الريح والماء، ما يجعل الحيوانات وسائل انتشار أكثر ثقة بكثير. وإن النبات الذي ينجح في إقامة علاقة مع الحيوانات يحتاج إلى قدر أقل من البذور لضمان بقاء النوع. ومن الواضح أن لتطوّر الدياسبورات المنتشرة بوساطة الحيوانات عددًا كبيرًا من الحسنات وبالتالي ليس مفاجئًا أن يستخدم نحو خمسين في المئة من عاريات البذور (إيفدرا وجنتوم وجنكو/ جنكة وبعض الصنوبريّات وجميع السيكاسيّات) الحيوانات للمساعدة في نشر بذورها. وهنا أيضًا كانت كاسيات البذور هي التي حسّنت الانتقال من وسائل الانتشار غير الأحيائية إلى الوسائل الأحيائية عبر تطوير طيف مذهل من الاستراتيجيّات التي تسمح لها بالارتحال إمّا على متن الحيوانات أو داخلها. وتقدّم هذه العلاقات الوثيقة وأحيانًا الفائقة التخصّص بين كاسيات البذور والحيوانات الناشرة مفتاحًا لفهم نجاح هذه المجموعة على الصعيد التطوّري.

الصفحة المقابلة: سنتوريا سيانوس (نجميات) – قنطريون عنبري؛ جُمع في المملكة المتحدة– ثمرة (مظلّية)؛ حزمة القطع المظلّية القصيرة والقاسية الشبيهة بالحراشف في أعلى الثمرة هي أصغر من أن تؤدّي أي دور في الانتشار الريحي. بدلاً من ذلك، تتحرّك الحراشف مع تغيّر الرطوبة فتدخل وتخرج مرّة تلو مرّة، ما يدفع بالثمار بضعة سنتيمترات على الأرض. ويتم تفادي الحركة في الاتجاه المعاكس بفضل أسنان قصيرة جدًّا تتجه إلى الأمام وتنتظم على طول حافة حراشف المظلّة. ومن أجل تحقيق مزيد من الانتشار بوساطة النمل، تمتلك الثمرة المظلّية «جسمًا دهنيًّا» عند القاعدة؛ يبلغ طول الثمرة 6 مم.

أدناه: سنتوريا سيانوس (نجميات) – قنطريون عنبري؛ موطنه الأصلي أوراسيا– صورة عن قرب لرأس الزهرة.





يكمن إثبات وجود مثل هذه الاستراتيجيّات لدى النباتات في كل ثمرة عصارية حلوة المذاق نستمتع بأكلها. فلبّ الثمرة الحلو هو طُعم لأغواء الحيوانات الناشرة المحتملة وحملها على ابتلاع البذور ونشرها في غائطها. وإذا كانت البذور محظوظة فستنزل في مكان مناسب لكي تنمو جيداً بعيداً من ظل النبتة الأم. يُدعى هذا الشكل من الانتشار الانتشار في جوف الحيوان أو داخل الحيوان. والانتشار داخل الحيوان هو ظاهرة تكثر لدى الكثير من الفصائل ذات الثمار اللحمية، مثل الخلنجيّات والورديّات والباذنجيّات. ولا تُظهر البذور المنتشرة عبر جوف الحيوانات أي تكيّفات واضحة لتسهيل انتشارها. وتكون عادةً ملساء كروية إلى مستطيلة الشكل، وإمّا مغلّفة بغلاف الثمرة الداخلي القاسي (في حال وُجدت في ثمار نووية) أو بغلاف بذري قاس (في حال وُجدت في عنبيّات) من أجل مقاومة العصائر المعدية والأنزيمات المعوية. ينتش عدد كبير من بذور الثمار اللحمية بشكل أفضل بعد مرورها في أمعاء الحيوان.

في الفقاريّات، أهم الحيوانات الناشرة هي الطيور والثدييات، خصوصًا في المناطق المعتدلة المناخ. أما في المناطق الاستوائية، حيث الفقاريات هي التي تنشر البذور في غالبية الحالات، فإن الأسماك والزواحف تعمل أيضًا كحيوانات ناشرة. تقدّم الدياسبورات/الوحدات الناشرة التي تنتشر بوساطة الفقاريّات مكافأة على شكل لب مغذٍّ غني بالسكّر أو البروتين أو الدهن، وذلك عندما تكون البذور ناضجة فحسب. أما الثمار الفجّة فتكون غير بارزة للعيان من حيث اللون وقاسية إلى حد ما وعديمة الرائحة؛ وهي حامضة الطعم في أفضل الحالات وسامة في أسوئها، لكنها دائمًا غير لذيذة المذاق. ولكن حالما تنضج البذور، تبعث الثمار بإشارات تعد بمكافأة مغذّية وآمنة. وتتوقّف طبيعة هذه الإشارات على نوع الحيوان الذي ينبغي اجتذابه. فالطيور تتمتّع برؤية ممتازة بالألوان لكنّها لا تملك حاسة شم متطوّرة كثيرًا. وبالتالي فإن الدياسبورات التي تكيّفت على الانتشار بوساطة الطيور عديمة الرائحة لكنّها قد تغيّر لونها من الأخضر إلى لون أكثر بروزًا للعيان مثل الأحمر، وهو اللون الذي تميّزه الطيور أكثر من غيره على الخلفية الخضراء؛ لكنّنا نجد أيضًا الأرجواني والأسود وأحيانًا الأزرق أو توليفة من هذه الألوان (خصوصًا الأسود والأحمر). أما بالنسبة إلى الثدييات، فإن استراتيجية مختلفة قليلاً تعد بنجاح أكبر. إذ إن الثدييات تعتمد أكثر على حاسة شمّها القويّة ومعظمها ناشط في الليل. وبالتالي غالبًا (ولكن ليس دائمًا) ما تكون الثمار المنتشرة بوساطة الثدييات باهتة اللون وتطلق رائحة عطرية قويّة عندما تكون ناضجة. ويقوم التفاح والكمّثرى/الإجاص والزعرور البستاني والسفرجل وثمار الورد البرّي والحمضيّات والمانجا والبابايا وثمرة الآلام والبطّيخ والموز والأناناس والجاكيّة وثمرة الخبز والتين باستهداف ثدييات مثل القوارض والخفافيش والدببة والقرود والسعادين وحتى الفيلة لنشر بذورها. وأحيانًا تعتمد النباتات كليًّا على الحيوانات. فثمار غاردينيا ثُنبرجيا (فُوّيات) من شرق جنوب أفريقيا، وهي خضراء ضاربة إلى الرمادي وقاسية وغير بارزة للعيان، تستطيع البقاء على الجنبة لعدّة سنوات إن لم تأكلها الظباء (أو يستخدمها السكّان المحلّيون كمسكات للأدوات).

مقارنةً بالطيور، تؤدّي الثدييات دورًا ثانويًّا كحيوانات ناشرة في المناطق المعتدلة من أوروبا

أعلى الصفحة المقابلة: بودوكاربوس لورنسي (معلاقيّات)- صنوبر لورنس الجنوبي؛ موطنه الأصلي جنوب أستراليا وتسمانيا – يبلغ طول الثمرة نحو 10-14 مم؛ يشتق الاسم اللاتيني للمعلاقيات »بودوكاربوس» من اليونانية (بودوس= قدم + كاربوس = ثمرة) ويشير إلى إحدى ميزات هذا الصنوبر: يمتد تحت البذرة الوحيدة انتفاخ لحمي زاهي اللون (زائدة بذرية) يجتذب الحيوانات وخصوصًا الطيور لنشر البذور.

وسط الصفحة المقابلة: تكسوس باكّاتا، »فروكتو لوتيو» (طقسوسيّات) – ضرب بستاني من الطقسوس ثماره صفراء بدلًا من أن تكون حمراء. تتألّف »عنبيّات« الطقسوس من بذرة وحيدة تحيط بها زائدة بذرية لها شكل الكوب ويبلغ طولها 8-15 مم. تصبح الزائدة البذرية ناضجة بعد التلقيح بـ 6-8 أشهر وهي الجزء غير السام الوحيد من النبتة. تأكل الطيور (مثل السُّمنة والشمعي الجناح) ثمار الطقسوس، التي تنشر البذرة من دون الإضرار بها، في غائطها.

أسفل الصفحة المقابلة: غردينيا ثُنبرجيا (فُوّيات)- غردينية برّية؛ موطنها الأصلي جنوب أفريقيا- يبلغ طول الثمار الليفية القاسية البيضاوية الشكل نحو 5-7.5 سم، ويصل قطرها إلى 3.5 سم. والناشرات الطبيعية لهذا النبات هي القيلة والظباء والجواميس (من هنا اسمه بالأفريقانية «بوفلسبال»). إن لم تأكل الحيوانات الثمار، يمكن أن تبقى هذه الثمار على النبتة لعدّة سنوات.

أدناه: باوانيا كمبسّيديسي (فاوانيّات)- فاوانيا؛ موطنها الأصلي جزر الباليار- ثمرة متعدّدة/متضاعفة؛ عندما تنضج الأجربة المستقلّة تنفتح لإظهار عدد كبير من البذور السوداء اللامعة الخصبة التي يوازي حجمها حجم حبّة البسلّة، وعدد من البذور اللحمية الحمراء الزاهية العقيمة والأصغر حجمًا. والغرض من هذه البذور تحسين الإشارة البصرية والجائزة الصالحة للأكل من أجل الطيور الزائرة.



حيث لا تشمل الحيوانات الآكلة للثمار العواشب مثل الظبي والخنزير البرّي فحسب، بل أيضًا بعض اللواحم مثل الثعلب والدَّلَق والغُرير. وفي المناطق الاستوائية تكون الثمار المنتشرة بوساطة الثدييات أكثر شيوعًا بكثير. ومن الحيوانات الأساسية الناشرة لها القرود والسعادين وخصوصًا خفافيش الفاكهة. ومع ذلك، فإن الطيور تبقى أهم الحيوانات الناشرة بطريقة الانتشار عبر جوف الحيوان. وقد يعود ذلك جزئيًّا إلى أنواع الطيور المتعددة والكثيرة. والطيور أيضًا حيوانات ناشرة محبّذة لأنها لا تمضغ طعامها، ما يعني أنها لا تدمّر البذور عند التهامها للثمار. لا تكون الثمار المنتشرة بوساطة الطيور كبيرة كثيرًا عمومًا وهي تحتوي إمّا على نواة أو على بذرة واحدة كبيرة لا يبتلعها الطير (مثل الكرز) أو عدد من البذور الصغيرة ، التي يبتلعها الطير مع لب الثمرة (مثل الكشمش). أما في المناطق المعتدلة المناخ، فإن الثمار المنتشرة بوساطة الطيور تنضج في الخريف، عندما تحتاج الطيور إلى زيادة مخزون الطاقة لديها قبل الهجرة الطويلة إلى الجنوب.







بذور تسعى إلى لفت النظر

تكون عادةً الدياسبورات/وحدات الانتشار المنتشرة بوساطة الحيوانات ثمارًا طرية مثل العنبيّات والنوويّات التي تقدّم لب ثمرة مغذيًا ولكن في بعض النباتات تكون المكافأة بحد ذاتها. ويمكن أن يتشكّل الجزء الصالح للأكل إمّا من غلاف البذرة اللحمي أو من زائدة خاصة.

غُلُف بذرية لحمية

عندما يقدّم غلاف البذرة المكافأة للحيوانات الناشرة، تصبح الأجزاء الخارجية فقط لحمية وتنتج غلافًا ملوّنًا بارزًا للعيان (ساركوتستا)؛ وتشكّل عادة الطبقات الداخلية قشرة صلبة واقية (سكليروتستا). كانت البذور المزوّدة بغلاف لحمي موجودة في عاريات البذور، وخصوصًا في جنتوم وكذلك في جنكو والسيكاسيّات القديمة. ويشير وجود البذور اللحمية الغلاف في هذه الأحافير الحيّة إلى أن تقديم غلاف بذري صالح للأكل من أجل اجتذاب الحيوانات الناشرة هو استراتيجية قديمة من المرجح أنها أفضت إلى التفاعل الطويل والناجح بين النباتات البذرية والحيوانات التي أصبحت ناشرة للدياسبورات.

تشبه بذور جنكو/ الجنكة ، بغلافها اللحمي السميك الأصفر اللون المائل إلى البرتقالي، عنبية أو نووية ضاربة إلى الصفرة. وعلى الرغم من أن مظهر الجزء اللحمي من البذرة الناضجة مثير للشهية، فإنه يحتوي على حمض البوتيريك ويطلق رائحة الزبدة الفاسدة السيّئة الصيت بينما يتعفّن إثر سقوط البذرة. ومن غير المعروف أي حيوان كان يفترض أن تجتذبه هذه الرائحة. ونظرًا إلى أن الجنكيّات ظهرت قبل الثدييات بزمن طويل، فمن المرجح أن ناشراتها الطبيعية كانت من الديناصورات. إن الرائحة الكريهة المنبعثة من أشجار جنكو / الجنكة الأنثى تجعلها غير محبّذة كنباتات زينية. ومع ذلك، فإن البذور (المنظّفة)، المعروفة بجوز الجنكة، تُعدّ طعامًا شهيًّا مترفًا في آسيا. والجزء الصالح للأكل منها، وهو نسيج النابت المشيجي الكبير الضخم داخل القشرة





الصلبة، يؤكل مسلوقًا أو مشويًّا في الصين واليابان وكوريا؛ ويُستعمل أيضًا في طب الأعشاب الصيني لمعالجة المشاكل الرئوية، وفي الغرب لتحسين الذاكرة. تكشف السيكاسيّات بذورها الكبيرة الزاهية اللون في أغلب الأحيان عندما تنفصل الأوراق البوغية الكبيرة وتتفتّت الأكواز عند النضج. ويكون الغلاف البذري اللحمي في الغالب أحمر أو أرجوانيًّا أو قرمزيًّا (مثل أنسيلفَلارتوس لونجيفوليوس، ستنجيريا إيريوبوس، لبيدوزاميا هوبي، ماكروزاميا فراسيري) ولكن يمكنه أن يكون أيضًا برتقاليًّا (مثل أنسيلفَلارتوس ليفيفوليوس، زاميا فرفوراسيا) أو بنيًّا (مثل أنسيلفَلارتوس ديريانوس) أو أصفر (مثل سيكاس ماكروكاربا) أو أبيض (مثل أنواع سيراتوزاميا، أنواع ديون). لدى عدد كبير من أنواع أنسيلفَلارتوس تكون الأكواز الأنثى الناضجة نفسها زاهية اللون (مثل أنسيلفَلارتوس فيروكس ذات الأكواز الضاربة إلى الحمرة)، وهذا من دون شك تكيّف هدفه اجتذاب الحيوانات الناشرة المحتملة. يؤمّن الغلاف اللحمي لبذور السيكاسيّات (وأحيانًا البذرة كلّها) الغذاء لمجموعة واسعة ومتنوّعة من الحيوانات مثل الطيور (الببغاء والكُكّتوه والبوقير والأمو والشُّبنم) والقوارض (مثلاً الجرذ والفأر والسنجاب) والجرابيّات الصغيرة (الأبوسوم والكنغر والولبي) وخفافيش الفاكهة وبعض الثدييات الأكبر حجمًا (الدب والبَقَّريّ والربّاح والسعدان).

تنتشر بذور كاسيات البذور المزوّدة بغلاف لحمي بوساطة الطيور بشكل أساسي. عندما تتفتّح الأجربة الخضراء لثمار المغنولية المتعدّدة /المتضاعفة، يطلق كل جراب منها بذرة واحدة أو بذرتين حمراوين زاهيتين معلّقتين من جرابيهما بخيطين حريريّين رفيعين وتتأرجحان في أخف نسمة هواء لاجتذاب الطيور. وأصل هذه الخيوط الحريرية ليس غريبًا جدًّا: عندما تسقط البذرة خارج جرابها، تنبسط تغلّظات الجدار اللولبية الموجودة في العناصر الوعائية للسُّرّ وتدلّي البذرة. نجد ثمارًا وبذورًا مماثلة في الفاوانية (أنواع باوانيا ، فاوانيّات). في باوانيا كَمبِسّيديسي، تتفتّح الأجربة المستقلة في الثمار المتعدّدة عندما تنضج لتُظهر عددًا كبيرًا من البذور التي لها حجم حبة البسلّة وغلاف لحمي أسود لمّاع. ومن أجل تعزيز كل من التباين البصري والمكافأة الصالحة للأكل من أجل الطيور، تتوزّع بذور عقيمة أصغر حجمًا، لحمية وحمراء زاهية اللون، بين البذور السوداء الخصبة/مثلما يحدث في الرمّان (بونيكا غراناتوم، حِنّائيّات). يعود موطن الرمّان الأصلي إلى المنطقة الممتدّة من إيران إلى جبال الهيمالايا وقد تمّت زراعته وأقلمته منذ زمن بعيد في منطقة المتوسّط من أجل ثماره، خصوصًا في الشرق الأوسط. يمكن أكل البذور من الثمرة مباشرةً أو استخدامها لتحضير العصير أو الشراب المركّز (الغرينادين). ويرجّح أن تكون شجرة المعرفة في جنّة عدن شجرة رمّان. إذ لم يُذكر في أي مكان أنها كانت شجرة تفّاح.

زوائد بذرية صالحة للأكل

تستعمل أيضًا البذور الزوائد الصالحة للأكل arils من أجل اجتذاب الطيور وغيرها من الحيوانات. في كاسيات البذور، لا نجد البذور المزّودة بزوائد صالحة للأكل إلاّ في بعض الصنوبريّات، التي تحمل بذورها في بنى أحادية البذرة شبيهة بالعنبيّات أو النوويّات. وأشهر هذه النباتات أعضاء فصيلة الطقسوس (طقسوسيّات) وصفراء الخشب (معلاقيّات) حيث تكون البذور الناضجة إمّا فوق زائدة لحمية حمراء زاهية أو مغلّفة بها جزئيًّا أو كليًّا. ويشير الاسم الشائع «عنبية



الصفحتان السابقتان (إلى اليسار): ماكروزاميا كومّونيس (زاميّات)- بوراوانغ /مكروزامية شائعة؛ موطنها الأصلي أستراليا (نيو ساوث وايلز)- نبتة أنثى تحمل كوز بذور؛ عندما تنضج أكواز بذور السيكاسيّات تتجزّأ لكشف بذورها اللحمية الكبيرة، والزاهية اللون في أغلب الأحيان، من أجل اجتذاب الحيوانات الناشرة. في أستراليا، موطنها الأصلي، تقتات مجموعة كبيرة ومنوّعة من الحيوانات مثل الطيور (الببغاء والكُكّتوه والأمو والشُّبنم) والجرابيّات الصغيرة (الأبوسوم والكنغر والولبي) وخفافيش الفاكهة بالبذور اللحمية. (إلى اليمين): ورقة بوغية كبيرة واحدة تحمل بذرتين.

الطقسوس» إلى الكوب الأحمر الزاهي المحيط ببذرة الطقسوس (تَكسوس باكّاتا)؛ والزائدة الحلوة الطعم هي الجزء غير السام الوحيد من النبتة. تكون ثمار إيفدرا في الجنتويّات شبيهة بها سطحيًّا لكنّ جزءها الخارجي اللحمي يتشكّل من زوجين من القنابات (أوراق معدّلة).

نجد مجموعة منوّعة أكبر بكثير من الزوائد البذرية في كاسيات البذور. تطوّرت زوائدها الصالحة للأكل على نحو تقاربي وهي من منشأ مختلف كليًّا عن زوائد الصنوبريّات. تكون البذور المزوّدة بزائدة صالحة للأكل في كاسيات البذور مكيّفة لاجتذاب الحيوانات الفقارية واللافقارية على السواء. ويشيع وجود هذه البذور في البقوليّات (القرنيّات) حيث تتشكّل من انتفاخ للسرّ عند نقير البذرة. على سبيل المثال، تمتلك البذور السوداء الكبيرة التي يحملها الماهوغوني الأفريقي (أفزيليا أفريكانا) زائدة صالحة للأكل مغذّية جدًّا عند الطرف النقيري، يشكّل لونها الأحمر البرتقالي الزاهي عنصر اجتذاب لافتًا للنظر. بعد أن تأكل الطيور من الزائدة، تطرح البذور الكبيرة جانبًا. ونظرًا إلى مظهرها الجميل، فإن البذور تُعدّ تمائم تجلب الحظ الجيد وتُستخدم في الحلى النباتية. نجد شكلاً مختلفًا مثيرًا للاهتمام من الزائدة السرّية في بعض أنواع الأقاقيا/السنط. يحيط سرّ شديد الطول بالبذور السوداء التي تحملها Acacia Cyclops من أستراليا الغربية، وذلك على طول محيط البذرة، ويتحوّل السرّ إلى زائدة لحمية صالحة للأكل حمراء إلى برتقالية اللون عندما تنضج البذور. الزوائد البذرية التي تحملها أكاسيا سيكلوبس هي أغنى بالدهن ستة أضعاف من الزوائد في أنواع أخرى من الأقاقيا وهي بالتالي مصدر طاقة مهمًّا للطيور. في جنوب أفريقيا، حيث أصبح هذا النوع عشبة ضارة غازية ، تأكل أيضًا الجرذان وقرود الربّاح السُّرّ المغذّي. تتميّز زهرة طائر الفردوس/عصفور الجنّة(استرليتزيا ريجينا، استرليتزيّات)، وهو نوع موطنه الأصلي جنوب أفريقيا، ببذور مزوّدة بزائدة صالحة للأكل رائعة المظهر. مثلما نجد نموذجيًّا لدى عدد كبير من أحاديّات الفلقة، ينمو وزيمه الثلاثي الأخبية إلى جرو ظهري التفتّح، ينفتح بثلاثة مصاريع. تنتظم البذور السوداء التي بحجم حبوب البسلّة في صفّين على طول كل مصراع، وتلفت انتباه الطيور بوساطة زائدة تبدو كشعر مستعار أشعث برتقالي زاهي اللون يضم شعورًا دهنية غليظة تنشأ في جزء منها من السرّ وفي الجزء الآخر من الغشاء الخارجي الذي يحيط بالبُويب. ومن الصعب جدًّا إيجاد ثمرة مفتوحة لا تزال تحتفظ بالبذور داخلها — وهذا إثبات على شدة نجاح هذه الاستراتيجية.

إن بعضًا من الثمار الاستوائية وشبه الاستوائية الأحبّ إلينا هي لذيذة جدًّا لأن زوائدها البذرية العصارية مصمّمة لاجتذاب الثدييات بدلاً من الطيور. ويعود أصل الكثير منها إلى جنوب شرق آسيا، مثل اللتشيّة (ليتشي شينِنسيس) واللونجان (ديموكاربوس لونغان) وكلتاهما من فصيلة شجر الصابون (صابونيّات). يتشكّل لبّها الحلو المذاق من نسيج سرّي يلتف حول بذرة كبيرة واحدة بنية اللون لمّاعة. ولا يسهم غلاف المبيض إلاّ بالقشرة الخارجية الرقيقة الجلديّة القوام. تُسمّى أحيانًا ثمرة غارسينيا مَنغوستانا (كُلوزيّات) «ملكة الفاكهة» أو «طعام الآلهة» لكنها مشهورة أكثر باسم جوز جندم. للثمار المطبقة الشبيهة بالعنبيّات حجم المندرينة أو البرتقالة الصغيرة. تختبئ داخل القشرة الأرجوانية الغامقة السميكة الجلدية القوام و الكريهة المذاق 5–10 بذور مفلطحة تغلّفها زائدة سرّية عصارية ناصعة البياض إلى بيضاء ضاربة إلى الوردي (13). وللبّ الزائدة



الصفحة المقابلة وأعلاه: أفزيليا أفريكانا (قرنيّات)– ماهوغوني أفريقي؛ جُمعت الثمرة من بوركينا فاسو– ثمرة مفتوحة (بقلة حبّية) مؤلّفة من نصفيّ الخباء الوحيد؛ داخل الثمرة عدد من البذور السوداء الكبيرة مع زوائد بذرية حمراء إلى برتقالية زاهية، صالحة للأكل من أجل اجتذاب الطيور لنشر البذور. ونظرًا إلى مظهرها الجذّاب، يستعمل أيضًا صانعو الحلى النباتية هذه البذور في صنعتهم؛ سنفة /قرن يبلغ طوله 17.5 سم.

رائحة لذيذة ومذاق لذيذ- يوصف كمزيج من الأناناس والدرّاقن أو يُقال إنه يذكّر بتوت الأرض/ الفريز المخلوط مع البرتقال. ولكن لسوء الطالع، لا تدوم الثمار أكثر من يومين أو ثلاثة وتكون ألذّ طعمًا عند تناولها مباشرة من الشجرة. أما الثمار المستوردة التي تُباع في السوبرماركت، فينبغي قطافها فجّة، وذلك على حساب الطعم. يحتاج الأمر إلى بعض المهارة اليدوية لاختراق القشرة السميكة الجلدية القوام التي تغلّف جوز جندم وغيره من الثمار المنتشرة بوساطة الثدييات مثل البرتقال والموز من أجل الوصول إلى محتواها اللذيذ. والسعادين هي الحيوانات الأفضل تجهيزًا لهذه المهمة كما أنها الناشرات الطبيعية لجوز جندم في موطنه الأصلي جنوب شرق آسيا. ونادرًا ما تُبتلع البذور، بل تُطرح جانبًا ما إن تنهي السعادين أكل الزائدة اللحمية.

إذا كان جوز جندم «ملكة الفاكهة» فلا بد من أن يكون الدّوريان (دوريو زيبثينوس، خبّازيّات) «ملك الفاكهة»، أقلّه بالنسبة إلى سكّان جنوب شرق آسيا. ويمكن أن يصل وزن ثمرة دوريان واحدة إلى ثلاثة كيلوغرامات تقريبًا وتكون بحجم كرة القدم. يحمل الخباء الضارب إلى الخضرة أشواكًا مؤذية من الخارج ويحوي عددًا من البذور المغلّفة بزائدة سرّية لذيذة. وعندما تنضج الثمار، يصبح النسيج القاسي للزائدة الضاربة إلى الصفرة قشدةً شبيهة بالكسترد وُصف قوامها ونكهتها كمزيج محيّر من الجوزيّات والتوابل والموز والفانيلا والبصل. وبعد زيارته الأولى إلى بورنيو، كتب عالم الطبيعة ألفرد راسل والاس، الذي عاش في القرن التاسع عشر: «قوامه ونكهته غير قابلين للوصف. الكسترد الغني المذاق الشبيه بالزبدة والمنكّه باللوز يعطي أفضل فكرة عامة عنه، لكنه يأتي ممزوجًا بمسحات من النكهات المختلفة تذكّر بالجبن القشدي وصلصة البصل والشيري البنّي وغيرها من الأشياء المتنافرة.» من ناشرات الدوريان الطبيعية نذكر إنسان الغاب ووحيد القرن الآسيوي والتابير والدب والفيل. وما يجتذب هذه الحيوانات ليس لون الثمرة الباهت بل رائحتها النافذة. والدوريان هو الثمرة ذات الرائحة الأكثر حدّة في العالم وتشبه مزيجًا غريبًا من البراز والثوم العفن. وفي جنوب شرق آسيا يستمتع معظم الناس بطعم الزوائد القشدية لكنّ الغربيين ينفرون عادة من الرائحة النتنة. تقوم استراتيجية الزوائد الكبيرة الصالحة للأكل على اجتذاب الفقاريّات الناشرة، لكن هناك عالمًا صغيرًا كاملاً من البذور الصغيرة وغيرها من الدياسبورات/ وحدات الانتشار التي تحمل عُجيرات دهنية مصمّمة لاجتذاب سعاة أصغر بكثير: النمل.

الانتشار بوساطة النمل

في عام 1906 أشار عالم الأحياء السويسري روتغر سرننِدر لأوّل مرّة إلى أن بذور عدد كبير من الأنواع النباتية متكيّفة بشكل محدّد مع الانتشار بوساطة النمل، وأطلق على هذه الاستراتيجية التسمية «ميرمروكوري» والبذور المنتشرة بوساطة النمل هي بذور صغيرة وخفيفة بما فيه الكفاية لكي يحملها النَمل إلى عشّه. وكمكافأة على جهودها، تحصل على الطعام على شكل زائدة غنية بالزيت الدهني وتحتوي على السكر والبروتين والفيتامينات (الجسم الدهني/ الزيتي). يستعمل النمل هذه العُجيرات المغذّية جدًّا (الأجسام الدهنية) لتغذية حضنته بشكل أساسي. ويبقى البذور في العش حتى يتم استهلاك النسيج المغذّي ومن ثم يقوم عادة إمّا بترك البذور التي لا تزال قابلة للحياة داخل العش أو يطرحها خارجًا على التربة الغنية لكومة فضلات المستعمرة. إن قسمًا كبيرًا من سلوك حمل البذور هذا هو مقولب ويستحثّه وجود حمض الريسينوليك في الجسم الدهني ، وهو الحمض الدهني غير المشبع نفسه الذي نجده في إفرازات يرقات النمل.



ترسونيا سياثيفلورا (جيروستمينيّات (ترسونية؛ جُمعت في أستراليا الغربية- بذرة تحمل جسمًا دهنيًّا يساعد على الانتشار بوساطة النمل؛ بذرة (مع الجسم الدهني) يبلغ طولها 2.7 مم.



بوليغالا أريناريا (مستدِرّات)- مستدرّة الرمل؛ جُمعت في بوركينا فاسو- بذرة تحمل جسمًا دهنيًّا يساعد على الانتشار بوساطة النمل؛ وظيفة حزمة الشعور الخشنة عند القاعدة غير معروفة؛ بذرة (مع الجسم الدهني والشعور) يبلغ طولها 2.2 مم.

من الناحية المورفولوجية، يمكن أن تكون الأجسام الدهنية من أصول مختلفة. وغالبًا ما تكون زوائد بذرية صالحة للأكل ناشئة من أجزاء مختلفة من البذرة أو السرّ. إن الأجسام الدهنية التي نجدها في بذور الجَولق الأوروبي (أولكس أوروبيا، قرنيّات) وبعض الصبّاريّات (مثل أزتيكيوم، بلوسفلديا، سترومبوكاكتوس) والكثير من القرنفليّات (مثل مورينجيا ترينرفا) هي انتفاخات للسر عند النقير. تحمل بذور غلينوس لوتويدس (مولّوجينيّات) زائدة سُرّية غريبة تتشكّل من فصّين جانبيين وبينهما امتداد شبيه بالذيل. في بذور عدد كبير من أعضاء فصيلة الفربيون (أنواع أوفوربيا، أنواع مركورياليس، ريسينوس كومّونيس؛ فربيونيّات) والمستدرّات (مثل أنواع بوليغالا، مستدرّات) تتشكّل الأجسام الدهنية من نامية من الغشاء الخارجي. وتنتج الزوائد الدهنية لبذور بقلة الخطاطيف / عروق الصبّاغين(خشخاشيّات) من انتفاخ التلاحم؛ وفي البنفسج المثلّث الألوان، يشارك كل من التلاحم والنامية الخارجية في تكوين الجسم الدهني. وفي حالات أخرى، ينتج الجسم الدهني من غلاف الثمرة الخارجي، كما في الثمار المظلّية التي يحملها بعض النجميّات (مثل سنتوريا سيانوس) أو جويزات بعض الشفويّات (مثل لاميوم ماكولاتوم) والحمحميّات (مثل بوراغو أوفيسيناليس، بولموناريا أوفيسيناليس، سيمفيتوم أوفيسينالي). هذه بضعة أمثلة فقط عن بعض الطرق التي تتشكّل بها الأجسام الدهنية في الدياسبورات المنتشرة بوساطة النمل.

نجد الانتشار بوساطة النمل في أكثر من ثمانين فصيلة نباتية. ويؤدّي دورًا كبيرًا في الغابات المعتدلة المعبلة في أوروبا وأميركا الشمالية وخصوصًا في مناطق الجنبات من أستراليا وجنوب أفريقيا. تؤوي الأراضي البراح في أستراليا أكثر من 1500 نوع نباتي منتشر بوساطة النمل. ويبقى معدّل مسافة الانتشار عند البذور المنتشرة بوساطة النمل قصيرًا جدًّا - بين متر واحد ومترين من النبتة الأم، لكنّه قد يصل إلى 70م في الحالات القصوى. إن منافع هذه العلاقة بين الحيوان والنبات هي متبادلة: يُمنح النمل مصدر طعام مغذّيًا يمكن التعويل عليه في حين تُحمل بذور النبتة إلى مسافة كبيرة بما فيه الكفاية لتخفيف المنافسة بين البوادر والنبتة الأم. وعبر طمر البذور على مسافة قصيرة تحت سطح التربة، يخبئها النمل من الحيوانات التي تقتات بها مثل القوارض، ويحول أيضًا دون أن تدمّرها الحرائق. وقد يفسّر هذا الأمر أهمية النمل كوسائل انتشار في المَواطن الجافة من أستراليا وأفريقيا التي تجتاحها الحرائق الموسمية بانتظام.

يبدو أن الانتشار بوساطة النمل أمرًا الزاميًّا بالنسبة إلى بعض النباتات في حين أنه يعمل عند نباتات أخرى كآلية توزيع إضافية تلي الانتشار البالستي. وتنطبق الطريقة الأخيرة على بخّور مريم. وبعد أن تتلقّح الأزهار، تنحني العُنيقات إلى أسفل وتلتفّ على نفسها في شكلٍ نابضٍ مشدود، ما يسحب جرو البذرة المتنامي إلى الأرض. وبعد وضعها استراتيجيًّا على مستوى الأرض، تتفتّح الجراء الناضجة بخمسة إلى سبعة مصاريع وتُظهر بذورها الدبقة، فتكون بذلك جاهزة لكي يجمعها النمل الذي تجتذبه الطبقة البذرية الخارجية السكرية. وكثيرًا ما يجتمع الانتشار بوساطة النمل مع الانتشار الذاتي. وتتفتّح جراء بقلة الخطاطيف/عروق الصبّاغين (كِليدونيوم ماجوس،

أعلى الصفحة المقابلة: بينوس سمبرويدس (صنوبريّات)- صنوبر مكسيكي/شبيه صنوبر سَنبرا، تم تصويره في جبال ديفيس، في غرب تكساس- تنتشر البذور السميكة القشرة بوساطة حيوانات مبعثرة خازنة مثل أبو زريق/القيق المكسيكي (أفيلوكوما أولترامارينا)، وهو طائر من فصيلة الغراب (غرابيّات). يبلغ قطر الأكواز 4–5 سم وتتفتّح عندما تنضج، ما يكشف البذور على حراشفها، حيث يمكن للطيور انتزاعها بسهولة. ولطالما استخدم الناس بذور هذا النوع كطعام ولا تزال »جوزات الصنوبر« الشائعة تُباع في المكسيك.

أسفل الصفحة المقابلة: نوع كنيدوسكولوس (فربيونيّات)- بذرة مع جسم دهني يجتذب النمل؛ التقطت الصورة في شمال المكسيك- تحمل نموذجيًّا الدياسبورات المنتشرة بوساطة النمل عجيرة دهنية (جسمًا دهنيًّا) كجاذب مغذّ. نجد الانتشار بوساطة النمل، كاستراتيجية، في أكثر من ثمانين فصيلة نباتية حيث تطوّرت هذه الطريقة بالانتشار عدة مرّات بشكل مستقل. ونظرًا إلى أصلها التطوّري المتعدّد، فإن الأعضاء التي تنتج الجسم الدهني تختلف اختلافًا كبيرًا. في فصيلة الفربيون (فربيونيّات) يتكوّن الجسم الدهني من نامية خارجية من غلاف البذرة حول البُويب؛ يبلغ طول البذرة نحو 1 سم.

أدناه: دوريو زيبثينوس (خبّازيّات)- دوريان، من ضرب مزروع؛ موطنه الأصلي جنوب شرق آسيا - ثمرة (جرو ظهري التفتّح)، فُتحت لإظهار البذور الكبيرة المغلّفة بزائدة قشدية طرية صالحة للأكل. على الرغم من رائحته القوية، التي يجدها معظم الغربيين مقزّزة للنفس، فإن الدوريان يُعدّ »ملك الفاكهة« في موطنه الأصلي في جنوب شرق آسيا. وعندما تصبح الثمرة ناضجة تمامًا، تكون الزوائد البذرية الصالحة للأكل، القاسية والمطّاطية في الأصل، قد تحوّلت إلى قشدة شبيهة بالكسترد ذات نكهة لذيذة لا يمكن وصفها، تذكّر بمزيج من الكسترد والجوزيّات والتوابل والموز والبصل؛ يبلغ طول الثمرة نحو 25 سم.



خشخاشيّات) بمسامَين عند القاعدة تسقط عبرهما البذور الحاملة للجسم الدهني إلى الأرض حيث يجمعها النمل. في كثير من الأنواع الأخرى، يجتمع الانتشار بوساطة النمل مع الثمار المتفتّحة انفجاريًّا مثلما هي حال الكثير من البقوليّات (مثل الجولق الأوروبي ، أولكس أوروبيا) والبنفسج الثلاثي الألوان (نويع فيولا) والفربيون (أنواع أوفوربيا) والحَلبوب (أنواع مركورياليس). يظهر مدى اعتماد بعض النباتات المنتشرة بوساطة النمل على نوع النمل المحدّد الناشر لبذورها كما في منطقة الكاب في جنوب أفريقيا. يحمل عدد كبير من النباتات في نَبت الفينبو في منطقة الكاب دياسبورات منتشرة بوساطة النمل. فمنذ عقدين من الزمن، أزيح النمل المحلّي السائد في منطقة الكاب من قِبل النمل الأرجنتيني الغازي إيريدوميرمِكس هوميليس. وبخلاف النمل المحلّي الكبير، لا ينقل النملُ الأرجنتيني الأصغر بكثير الدياسبوراتِ إلّا على مسافات قصيرة جدًّا ولا يخزنها تحت الأرض في أعشاشه. وبالتالي، تكون دياسبورات (فقيرات) ميميتس كوكولاّتوس من البروطيّات معرّضة للحيوانات الضارية، التي تأكلها. بالنتيجة، ينخفض عدد البوادر وتنمو أقرب إلى النبتة الأم. على المدى الطويل، قد يؤدّي هذا الغزو إلى انقراض عدد كبير من نباتات الكاب المدهشة. وتُظهر الأبحاث الحديثة أن هذا ليس سيناريو فريدًا: يدخل نمل صغير غازٍ مثل النمل الأرجنتيني ونمل النار إلى أنظمة بيئية في جميع أنحاء العالم – كما في الولايات المتحدةً وأستراليا– حيث يحل محلّ النمل المحلّي التقليدي الذي يشارك في انتشار عدد كبير من النباتات المحلّية.





الانتشار بوساطة الحيوانات المبعثرة الخازنة

هناك استراتيجية شبيهة بالانتشار بوساطة النمل لكنّها لا تتطلّب أي تكيّف ظاهر للدياسبورات وتقوم على الاعتماد على سوء ذاكرة الحيوانات المبعثرة الخازنة التي تقتات بالدياسبورات أو على موتها المبكر. تخزن القوارض وبعض الطيور البذور كطعام للشتاء. ولكن ينبغي التضحية ببعض البذور لتأمين وجبة للحيوان، لكنّ السناجب مثلاً لا تجد أبدًا جميع البذور التي تطمرها، ما يترك بالتالي عددًا كبيرًا نسبيًّا من البذور لتنتش. ولقد حققت هذه الاستراتيجية نجاحًا كبيرًا عند بعض النباتات بحيث إن ثمارها تكيّفت بما يناسب حيوانًا مبعثرًا خازنًا واحدًا. وقد سبق لنا أن تطرّقنا لاعتماد شجرة جوز البرازيل على حيوان الأغوطيّ. وفي مثال أوروبي على ذلك، تقوم علاقة حصرية مشابهة بين صنوبر سَنبرا العاري البذور (بينوس سمبرا، صنوبريّات) وطائر كسّار البندق ، الذي أعطي اسمه عن حق، والذي يؤدّي دورًا حيويًّا في دورة حياة صنوبر سَنبرا في المرتفعات العالية في جبال الألب الوسطى. وبفضل منقاره المتخصّص القوي جدًّا، كسّار البندق هو الطائر شبه الوحيد القادر على استخراج البذور من الأكواز القاسية وكسر قشرها الصلب. يجمع الطائر البذور بنهم للشتاء، فيخزن حتى ستّين منها في حوصلته في الوقت عينه. وبعد حصوله على محصول جيّد، يتقيأ البذور ويخبّئها تحت التراب، بعيدًا من الشجرة الأصلية. كما أن كسّار البندق يتمتع بذاكرة مذهلة وينجح بإيجاد بذوره المطمورة حتى عندما يغطيها متر من الثلج لكنّه يغفل عن بضع بذور على الأقل من البذور الـ 100000 التي يجمعها في السنة الجيّدة، فتنشأ منها أشجار جديدة.

دياسبورات دبقة تسافر متطفّلة

بدلاً من تقديم مكافآت غالية أو التضحية بقسم من البذور لرشوة الحيوانات لكي تنشر الثمار والبذور، يفضّل الكثير من النباتات السفر متطفّلًا كوسيلة بديلة للسفر فاعلة نسبةً إلى تكلفتها. ولقد طوّرت هذه النباتات أشواكًا أو شصوصًا/عقائف أو مواد دبقة تستخدمها لتتعلّق بحيوانات أو طيور غافلة (تتعلّق بالجلد أو الريش أو الفرو أو القوائم). ونظرًا إلى أن الدياسبورات/وحدات الانتشار تتعلّق على جسم الحيوان من الخارج، فإن هذه الطريقة في الانتشار تُدعى الانتشار بالالتصاق خارج جسم الحيوان. ولهذا الشكل من الانتشار حسنة كبيرة، حيث إن مسافة الانتشار غير محددة بعوامل مثل أوقات احتباس المعى، مثلما يحدث في الانتشار عبر جوف الحيوان. وفي النهاية، تسقط غالبية الدياسبورات الملتصقة من تلقاء نفسها أو تنزعها الحيوانات التي هي ملتصقة بها. ولا يتم اكتشاف بعض الدياسبورات المسافرة المحظوظة التي تستقر في بقعة حيث لا يمكن للحيوان نزعها عند تنظيفه لنفسه فتظلّ لوقت طويل مع الحيوان، وأحيانًا حتى يموت. وبالتالي تحظى الدياسبورات المنتشرة فوق جسم الحيوان بفرصة الانتشار على مسافات أكبر من معظم الدياسبورات التي تعتمد على طرق انتشار أخرى.

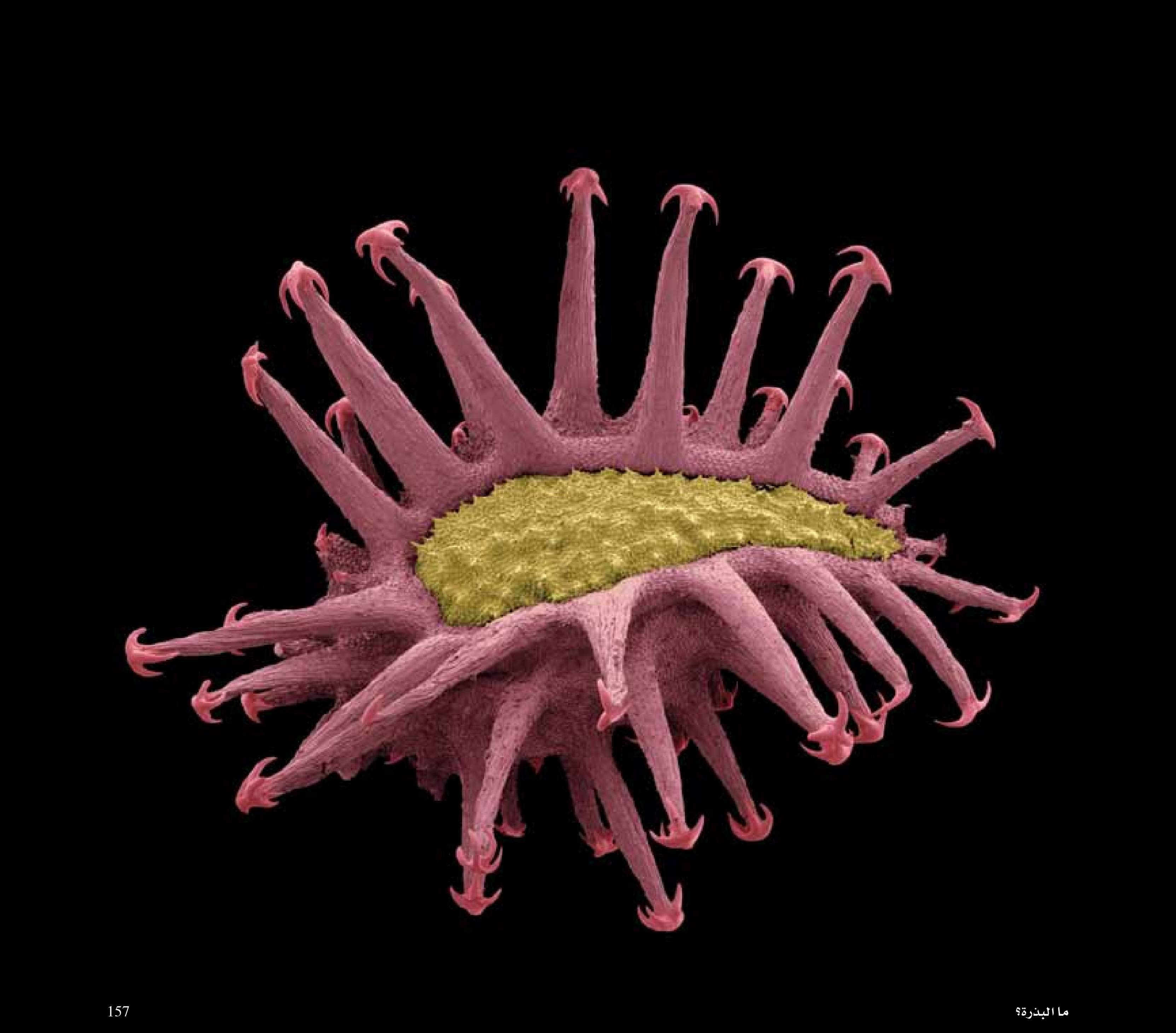
إن البذور التي تستخدم غلافًا هلاميًّا دبقًا للالتصاق بحيوان مارّ هي نادرة جدًّا. تشمل الأمثلة القليلة على ذلك بذرة الكتّان (لينوم أوسيتّيسّيموم، كتّانيّات) ولسان الحمل (أنواع بلانتاغو، حمليّات) وأعضاء فصيلة الخردل (كرنبيّات، مثل أنواع لبيديوم) والهدال الطفيلي. ويقوم التكيّف الأكثر شيوعًا وفاعلية على الانتشار بالالتصاق خارج جسم الحيوان على تغطية سطح الدياسبور بأشواك مسننة أو شصوص/عقائف. ولقد اختبرنا جميعًا، بعد نزهة على الأقدام في الحرج، قوة تشبّث غلاف البذور الشوكي. ومن الدياسبورات الأكثر التصاقًا في المناطق المعتدلة المناخ نذكر ثمارًا وحتى الرؤوس البذرية الكاملة لأعضاء فصيلة دوّار الشمس (نجميّات)، وأشهرها البلاك جاك/بقّ الشحّاذ (بيدنس بيلوسا) والأرقطيون (أركتيوم لابّا) واللزّيق (زانثيوم سترومايوم). تشمل الثمار الشوكية الشائعة الأخرى ثميرات الثمار المشقّقة الأخبية التي تحملها البلسكاء/اللصيقى (غاليوم أباريني، فُوّيّات) ولسان الكلب (سينوغلوسوم أوفيسينالي، حمحميّات) والحقيلية الأميركية الدبقة البذور (هاكيليا دِفليكسا، ضرب أميريكانا، حمحميّات).

كان المهندس الكهربائي السويسري جورج دي مسترال أوّل من فهم الآلية اللافتة التي تعتمدها هذه الدياسبورات اللاصقة، وكان متسلّق جبال وعالمًا هاويًا بالطبيعة. في أحد الأيام من عام 1948، وبعد نزهة على الأقدام في جبال الجورا، ألقى نظرة عن قرب على الثمار الشوكية الملتصقة ببنطال الصيد الذي كان يرتديه وبفرو كلبه، فوجد أن المبدأ اللاصق يرتكز على شصوص/عقائف صغيرة تتعلّق بعرى الخيط البالغة الصغر في قماش بنطاله. ولقد استوحى المهندس من مبدأ العقيفة والعروة الذي وجده في الطبيعة ليخترع مِربطة (أداة ربط أو تثبيت) جديدة. وعلى الرغم من ممانعة الجمهور وسخريّته، فإن دي مسترال استمر في تحسين تصميمه لمربطة جديدة وسجّل أخيرًا عام 1955 براءة اختراع الفلكرو® (استنادًا إلى الكلمة الفرنسية فيلور= مخمل وكروشيه

الصفحة المقابلة:: هاكيليا دفليكسا، ضرب أمريكانا (حمحميّات)- حقيلية أميركية دبقة البذور؛ جُمعت في كندا- جويزة أحادية البذرة تُظهر الاستراتيجية الأكثر شيوعًا وفاعلية لضمان انتشار على حيوان، وهي تغطية سطح الدياسبور بأشواك مسننة أو شصوص/عقائف. مثلما يحدث في عدد كبير من نباتات فصيلة الحمحم، فمبيض الحقلية مفصّص عميقًا إلى أربعة فصوص وينشق عند اكتمال نضجه إلى أربع جويزات أحادية البذرة؛ يبلغ طول جويزة (مع الأشواك)5 مم.

أدناه: نوع هاكيليا (حمحميّات)- حقيلية دبقة البذور؛ التُقطت صورتها في جبال دايفيس في تكساس- فرع يحمل ثمارًا كاملة لا تزال معلّقة به؛ في مآل الأمر.
تتقسم كل ثمرة أربع ثميرات شائكة شبيهة بتلك المبيّنة في الصفحة المقابلة؛ يبلغ قطر الثمرة نحو 4 مم.





= عقيفة) وأنشأ شركته الخاصة. وعندما باع «صناعات فلكرو» كانت تنتج خمسة وخمسين مليون متر في السنة من المربطة الشهيرة القائمة على العقيفة والعروة. ويُعدّ مبدأ العقيفة والعروة الذي يعتمده الأرقطيون واللزّيق ولسان الكلب طريقة لطيفة مقارنةً بالدياسبورات القاسية المؤذية المنتشرة بالالتصاق على جسم الحيوان التي نجدها في أشباه الصحاري والسفناء والأراضي العشبية الجافة المدارية وشبه المدارية في أميركا وأفريقيا ومدغشقر. إن هذه الثمار القاسية المطبقة أو المتأخّرة التفتّح، المتكيّفة للالتصاق بالأقدام بدلاً من فرو الحيوانات الراعية، تمتلك أشواكًا أو ظُفيرات أو قرونًا حادة مستدقّة الطرف. وفي العالم الجديد، أسوأ هذه الثمار سمعة هي تلك المعروفة بمخلب الشيطان. ينتمي مخلب الشيطان الشمال أميركي إلى أنواع من الجنس بروبوسيديا (خصوصًا بروبوسيديا لويزيانيكا) وإلى نسيبتها الأصغر حجمًا مرتينيا أنّوا، وكلتاهما من فصيلة المرتينية (مرتينيّات). في أميركا الجنوبية، تنتج نسيباتها اللاحمة من الجنس أيبيسلاّ مخالب شيطان مماثلة، أو ثمار أحادية القرن (المرتينية) مثلما تُسمّى أحيانًا (مثل إيبيسلاّ لوتيا). تحمل جميعها ثمارًا خضراء غير مؤذية في المظهر لكنّها لا تكشف عن طبيعتها الحقيقية إلاّ بعد أن يذبل جزؤها الخارجي اللحمي ويزول. وعندما يجف غلاف الثمرة الداخلي، ينشقّ منقاره المستطيل في الوسط لإنتاج مهمازين منحنيين حادّين مستدقّيّ الطرف، ما يحوّل الدياسبور إلى أداة وحشية متموضعة بطريقة تجعلها تتعلّق بالحافر وتثقب الجلد.

في العالم القديم، تكشف أعضاء فصيلة السمسم (بيداليّات) علاقتها الوثيقة بالمرتينيّات بمشاركتها وسائل الانتشار القاسية نفسها وإنتاج أفخاخ مؤذية لا ترحم. ويمكن لمؤلّف هذا الكتاب أن يشهد بناءً على تجربته الشخصية أن ثمار الجنس المدغشقري أونكارينا هي من دون أدنى شك الثمار الأكثر تشبّثًا وتعلّقًا بين الدياسبورات كافة المنتشرة عبر الالتصاق بجسم الحيوان. فبأشواكها المتشعّبة التي تكلّلها عقيفتان منحنيتان حادتا الطرف مستدقّتان، تمزّق الجلد بسهولة ومن المستحيل نزعها عن الثياب من دون مقصّ تقليم.

هارباغوفيتوم بروكومبنس هو عضو فصيلة السمسم الأسوأ صيتًا، والمسمّى عن جدارة العقيفة الكلاّبية أو النبات الكلاّبي أو مخلب الشيطان، مثل نسيباته من العالم الجديد. وفي مدغشقر تُستخدم قرونه الخشبية المؤذية الشرسة كفخ للفئران ويمكنها التسبّب بجروح مخيفة عند الحيوانات ذات الحوافر المشقوقة أو باطن القدم الطري نسبيًّا. تنتج أعضاء أخرى من البداليّات أدوات تعذيب ربما كانت أرحم قليلاً، ولكن مسبّبة أيضًا للألم: الشوكتان العموديتان الحادتان الموجودتان على الجهة العليا من الثمار القرصية الشكل الشديدة الصلابة التي يحملها مخلب الشيطان الأفريقي (ديسيروكاريوم إيريوكاربوم) تُدفعان بقوّة وعميقًا في لحم كل من يجعله حظّه السيّئ يدوس عليهما.

الانتشار عبر تأثير الإنسان

يُعرف أي شكل من الانتشار يؤثّر فيه الإنسان بالانتشار بوساطة الإنسان. ويشمل ذلك أنشطة السكّان الأصليين في جمع البذور وفقًا لأساليب الحياة التقليدية، وكذلك الأنشطة الزراعية الحديثة. ولطالما نُقلت النباتات من بلد إلى آخر واستُخدمت بعيدًا من مَوطنها الأصلي. وفي أيّامنا هذه، تُنقل

الصفحة المقابلة: هرباغوفيتوم بروكومبنس (بيداليّات)- مخلب الشيطان/النبات الكلاّبي؛ موطنه الأصلي أفريقيا الجنوبية ومدغشقر - ثمرة مع كلاّبات خشبية كبيرة متكيّفة للتعلّق بقوائم الحيوانات وفرائها. تتمتّع أقدام النعام القاسية بالحماية من أشواكها الحادة لكنّ جروحًا رهيبة يمكن أن تلحق بالحيوانات ذوات الحوافر المشقوقة أو أخماص الأقدام الطرية نسبيًّا؛ طوال آلاف السنين استخدمت شعوب الخويسان في صحراء الكالاهاري الجذر العسقولي لمخلب الشيطان من أجل معالجة الألم خلال الحمل ولتحضير مراهم لشفاء القرحات والحبوب وغيرها من المشاكل الجلدية. ولقد أدخل هذا النبات إلى أوروبا في أوائل القرن العشرين واليوم تُباع خلاصات من الجذور المجفّفة كدواء طبيعي للتفريج عن الوجع والالتهاب لدى المرضى الذين يعانون من التهاب المفاصل وغيرها من الاعتلالات المؤلمة؛ يبلغ طول الثمرة 9 سم.

أدناه: بروبوسيديا لويزيانيكا (مرتينيّات)- مخلب الشيطان الشاحب/مخلب شيطان لويزيانا؛ موطنه الأصلي جنوب الولايات المتحدة- ثمرة ذات ظفيرات حادة مستدقّة الطرف تتعلّق بقوائم الحيوانات الراعية. تكون الثمار الفجّة غير مؤذية وتشبه قرن فاصوليا منحنيًا ومنتفخًا عند القاعدة. عندما يجف لب الثمرة المكشوف، ينشق منقاره الطويل في الوسط تمامًا إلى مهمازين منحنيين حادّين مستدقّيّ الطرف، فتظهر طبيعة الثمرة الوحشية؛ يبلغ طول الثمرة 17 سم.







أيضًا المواشي وغيرها من حيوانات المزارع على مسافات كبيرة وقد حُسب أن قطيعًا واحدًا من الغنم يمكنه نشر ثمانية ملايين بذرة على مئات الكيلومترات. ويعمل الإنسان أيضًا كناشر عندما يبصق نواة كرز أو يرمي قلب تفّاحة من نافذة السيّارة أو ينزع الدياسبورات اللاصقة المتطفّلة عن ثيابه بعد جولة في الريف. ويتأمّن الانتشار على مسافات بعيدة بفضل حماستنا حيال العطل في الأماكن الغريبة البعيدة. وقد يجول المسافرون حاملين حقائب الظهر في جميع أنحاء العالم وهم ينتعلون أحذية السير نفسها الملوّثة بالوحل، غافلين عن نقلهم معهم وفرة من البذور الصغيرة وغيرها من الدياسبورات عبر الحدود الجغرافية الحيوية. لكن النوع الذي يُنقل فجأة إلى بيئة جديدة لا ينجح عادةً في البقاء على قيد الحياة، إلا إنه يزدهر أحيانًا وفي الحالات القصوى، يصبح غازيًا. وفي نيوزلندا، تقوم النباتات الدخيلة مثل الجَولق الأوروبي (أولكس أوروبايوس، قرنيات) والعلّيق (روبوس فروتيكوسوس، ورديّات) من أوروبا وزنجبيل كاهيلي (هديكيوم غاردنيريانوم، زنجبيليّات) من جنوب أفريقيا، تقوم بغزو المَواطن الطبيعية والسيطرة عليها. وفي بريطانيا، يتزايد عدد البذور العدوانية التي أدخلت كنباتات زينية للحدائق: تشمل الهرقلية المانتغازية (هراكليوم مانتيغَزيانوم، خيميّات) والفالوبية اليابانية (فَلّوبيا جابونيكا، بطباطيّات).

يجب عدم التقليل من أهمية تأثير إدخال الأنواع المجلوبة اتفاقًا أو قصدًا إلى المَواطن الطبيعية. ففي خلال بضع مئات السنين، أصبحت الأنواع الغازية (الحيوانية والنباتية على السواء) التي جلبها الإنسان سببًا مهمًّا لانقراض الأنواع المحلّية في الدول حول العالم. وقد تؤدّي أيضًا النباتات القادمة حديثًا إلى إلحاق الضرر بالخصائص الجمالية للمناظر الطبيعية.

دياسبورات لا تُظهر أي تكيّفات واضحة للانتشار

لا يُظهر عدد كبير من البذور الصغيرة التي تُطرح من الثمار الجروية أي تكيّفات واضحة على طريقة محدّدة من الانتشار. تزن نموذجيًّا البذور الغبارية والبالستية أقل من 0.005 مغ، لكنّ البذور الحبيبية الصغيرة التي لا يتجاوز وزنها 0.05 مغ تنتشر أيضًا بسهولة بوساطة الريح، حتى من دون تكيّفات خاصة (مثل أنواع إريكا، أنواع بابافر، كالّونا فولغاريس، مكنوبسيس كامبريكا). سواء كانت البذور الحبيبية وغيرها من الدياسبورات الصغيرة (مثل جويزات الشفويّات) خفيفة بما يكفي لتحملها الريح، يمكن أن تُنشر أكثر بعد خروجها من الثمرة إمّا بأحداث اتفاقية أو عرضية. ويمكن لمياه المطر أن تجرف هذه البذور بعيدًا وقد ينتهي بها الأمر أيضًا في جدول، حيث تطفو قبل أن تودع على الضفة أو في رقّة. ويشكّل أيضًا الانتشار الاتفاقي عبر جوف الحيوانات خيارًا ممكنًا. تبتلع الحيوانات الراعية من غير قصد عددًا كبيرًا من البذور الصغيرة غير المتخصّصة التي تمرّ عبر أمعائها من دون أي ضرر يُذكر، ولا سيّما إذا كانت مستديرة ومتضامّة. عند امتزاج الدياسبورات الصغيرة بالطين، يمكنها الالتصاق أيضًا بقوائم الحيوانات أو فروها أو ريشها، فتنقلها معها على مسافة كبيرة جدًّا. ولقد ذكرنا آنفًا البذور الرائعة الزينة التي تحملها القرنفليّات. ونجد بذورًا مماثلة ذات أنماط

الصفحة المقابلة: نوع أونكارينا (بيداليّات)- موطنها الأصلي مدغشقر- ثمار أونكارينا هي من المرجح أكثر الثمار تشبّثًا على الإطلاق وهي متكيّفة لتتعلّق بفرو الحيوانات أو ريش الطيور. وفي حال تعلّقت بالحيوان العقيفتان المنحنيتان الحادتان جدًّا اللتان تتوّجان طرف أشواك الثمرة الطويلة المتشعّبة (انظر التفصيل أدناه) فمن شبه المستحيل تفادي الأصابة بجروح؛ يبلغ قطر الثمرة 8 سم.







بذور تحمل تكيّفات واضحة لطريقة محدّدة للانتشار: داماسونيوم أليسما (قلنباق/كرمبولة، أليستميّات؛ جُمعت في المملكة المتحدة؛ يبلغ طول البذرة 2.2 مم؛أناغاليس أرفنسيس (أناغالس/حشيشة الحلمة، ربيعيّات؛ جُمعت في المملكة المتحدة؛ يبلغ قطر البذرة 1.2 مم).

سطحية معقّدة في قريباتها من فصيلة نبات الحجر (ديموميّات) وفصيلة الرِّجلة (رجليّات) وفصيلة الصبّار (صبّاريّات) ولكن أيضًا في فصائل أخرى بعيدة القرابة. على سبيل المثال، إن النمط السطحي للبذور الشائكة التي يحملها الصاصَل/لبن الطير (أورنيثوغالوم دوبيوم، اشقيلاوات/مكحّليّات) الوحيد الفلقة شبيهة بصورة لافتة بالنمط النموذجي للقرنفليّات ذوات الفلقتين (خلايا الغلاف البذري ذات الجدران الشعاعية المتموّجة والامتدادات الشبيهة بالأصابع). ويشيع أيضًا وجود الأنماط السطحية الشبكية، الشبيهة بتلك التي نراها في البذور الغبارية والمنطادية، في البذور الأكبر حجمًا التي لا تنتشر بوساطة الريح، وهي من مجموعة منوّعة من الفصائل التي لا تمتّ إليها بأي صلة، مثل أورنيثوغالوم موتناس (مكحّليّات/ اشقيلاوات) والعشبة الصفراء (بلاكستونيا برفولياتا ، جنطيانيّات) والقنطريون الصغير (سنتوريوم اريثريا، جنطيانيّات) وشمشاد سانت هيلينا (ملّيسيا بغونيفوليا، باذنجيّات) وفوليستوما أوريتوم (حمحميّات) وأنواع أوكالبتوس (آسيّات).

من الصعب التصديق أن البذور تطوّر مثل هذه البنى السطحية المعقّدة إن لم تكن هناك أي فائدة تطوّرية منها. وقد نجد تفاسير تكيّفية ممكنة في تطوّر البذرة أو في تفاصيل انتشارها وإنتاشها في بيئتها. وقد تكون بعض الميزات البنيوية التي لا معنى لها في الظاهر بقايا من تكيّفات أهملت منذ زمن بعيد وضاع أصلها في تاريخ النبات التطوّري غير المعروف. فالطبيعة لا تكشف دائمًا عن جميع أسرارها، وقد يكون كافيًا أحيانًا ألاّ تسبّب إحدى الخاصيّات ضررًا لكي تتطوّر وتعمّ.

أورنيثوغالوم دوبيوم (مكحّلات/اشقيلاوات)- صاصَل/لبن الطير الأصفر؛ جُمع في جنوب أفريقيا - بذرة لا تُظهر أي تكيّفات واضحة على طريقة معيّنة في الانتشار لكنّها تحمل نمطًا سطحيًّا معقّدًا؛ تتعشّق خلايا الغلاف البذري كقطع أحجية الصور المقطوعة. ومن المرجح أن الانتشار يحدث عندما تقذف الجراء البذور في أثناء تأرجحها في الريح؛ يبلغ طول البذرة 1.1 مم.

مسافرات في الزمان والمكان

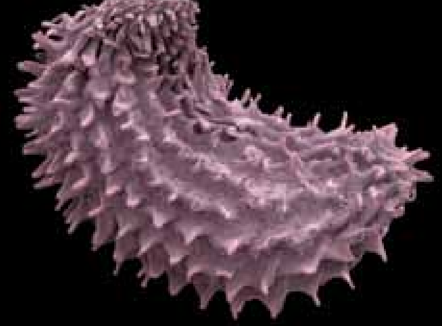
لا تسافر البذور في المكان فحسب، بل الزمان أيضًا. فهي تبدأ رحلتها عندما تطرحها النبتة الأم. وسواء نُقلت إلى مكان بعيد من مكانها الأصلي بوساطة الريح أو الماء أو الحيوانات أو على مسافة أقصر في الموقع نفسه، فإن البذور كافة تلمس الأرض في مآل الأمر عند وصولها إلى وجهتها النهائية. وفي الظروف المناخية الرطبة والحارة المستمرّة في غابات المطر الاستوائية، فإن عددًا كبيرًا من البذور ينتش على الفور، وإلاّ فإنها تجف وتموت. تحتفظ هذه البذور القليلة التحمّل للجفاف بمحتوى مرتفع من الماء ولا تبطىء أبدًا نشاطها الأيضي. وحتى وإن خُزنت هذه البذور في ظروف رطبة، فإن البذور القليلة التحمّل للجفاف تفقد قابليتها للحياة والنمو، وهذه مسألة حيوية بالنسبة إلى تجارة البذور والمحافظة عليها. وهناك نحو خمسين في المئة من الأشجار الاستوائية، بما في ذلك محاصيل مثل الدوريان (دوريو زيبِثينوس، خبّازيّات) والجاكيّة (أرتوكاربوس هتيروفيلوس، توتيّات) والمطّاط (هيفيا برازيلينسيس، فربيونيّات) والكاكاو (ثيوبروما كاكاو، خبّازيّات) تحمل

بذورًا قليلة التحمّل للجفاف. لكن النباتات ذوات البذور القليلة التحمّل للجفاف لا تقتصر على المناطق الاستوائية. ويحمل عدد كبير من الأشجار العريضة الورق في المناطق المعتدلة بذورًا كبيرة قليلة التحمّل للجفاف. وتشمل الأمثلة على ذلك البلّوط (أنواع كيركوس، صابونيّات). غير أن أكثر من تسعين في المئة من النباتات كافة في المناخات المعتدلة والجافة تحمل بذورًا قادرة على تحمّل الجفاف. والواقع، أن خسارة الماء تشكّل جزءًا روتينيًّا من عملية نضج البذور. فعندما ينخفض محتواها من الماء، تصبح قادرة على تحمّل الجفاف ودرجات الحرارة المنخفضة. وتشكّل القدرة على تحمّل الجفاف ميزة إيجابية في البيئات الجافة وتلك التي تشهد عدّة فصول، حيث تستطيع البذور القادرة على تحمّل الجفاف أن تستريح في حالة جافة غير ناشطة حتى تصبح الظروف مناسبة للإنتاش- ربما في الربيع التالي، أو في موسم الأمطار التالي. ويستطيع الجنين الهامد أن ينتظر أحيانًا الوقت الميمون لعقود أو حتى قرون في حماية الغلاف البذري أو غلاف الثمرة الصلب.

أكبر سنًا من متوشالخ

تخبر الأساطير والقصص والمشاهدات العلمية الدقيقة عن بذور تنتش بعد مئات السنين التي تكون فيها جافة أو مجمّدة، ما يثير الكثير من الحماسة والفضول عند الجمهور العريض. ولسوء الطالع، ينشأ معظم هذه الادّعاءات من خيال المستكشف المتفائل وليس من تواريخ دقيقة صحيحة. وفي القرن التاسع عشر وأوائل القرن العشرين، أُفيد عن إنتاش حبوب من القمح والشعير وُجدت في قبور مصرية يتراوح عمرها ما بين ثلاثة وستة آلاف سنة. ولقد دعم عدد كبير من العلماء المحترمين، ولا سيّما في النصف الأوّل من القرن التاسع عشر، فكرة أن مثل هذه البذور القديمة قد لا تزال قابلة للحياة والنمو. وفي ذلك الزمن، كان الجمهور مهووسًا بمصر القديمة ومفتونًا بفكرة أن البذور المومياء التي وُجدت في قبور الملوك يمكن أن تعود للحياة بعد آلاف السنين. ولكن لا يوجد أي إثبات علمي على أن هذه الحبوب النجيلية القديمة احتفظت بقدرتها على الحياة والنمو، لكنّ حكاية البذور المومياء عميقة التجذّر في التفكير الشعبي. وتشير الأبحاث الحديثة إلى أنه في الظروف التي وُجدت فيها البذور، لم يكن لأي من الأنواع المعنية بذور يمكنها البقاء على قيد الحياة أكثر من بضعة عقود. لكن اكتشافًا معقولاً حدث في قبر في سانتا روزا دي تستيل في الأرجنتين. وُجدت بذرة قنّا الهند (كَنّا إنديا، قنويّات) قابلة للحياة والنمو داخل قشرة حبة من جوز الأرجنتين (جوغلانز أوستراليس، جوزيّات) كانت جزءًا من عقد مخشخش. ولقد استُخدمت تقنية الكربون المشعّ لتحديد عمر بقايا الفحم المحيطة وقشرة الجوز التي لا بد من أن بذرة القنّا قد أدخلت فيها وهي لا تزال طرية، وتبيّن أن عمر العقد يعود إلى نحو ستمئة سنة خلت.

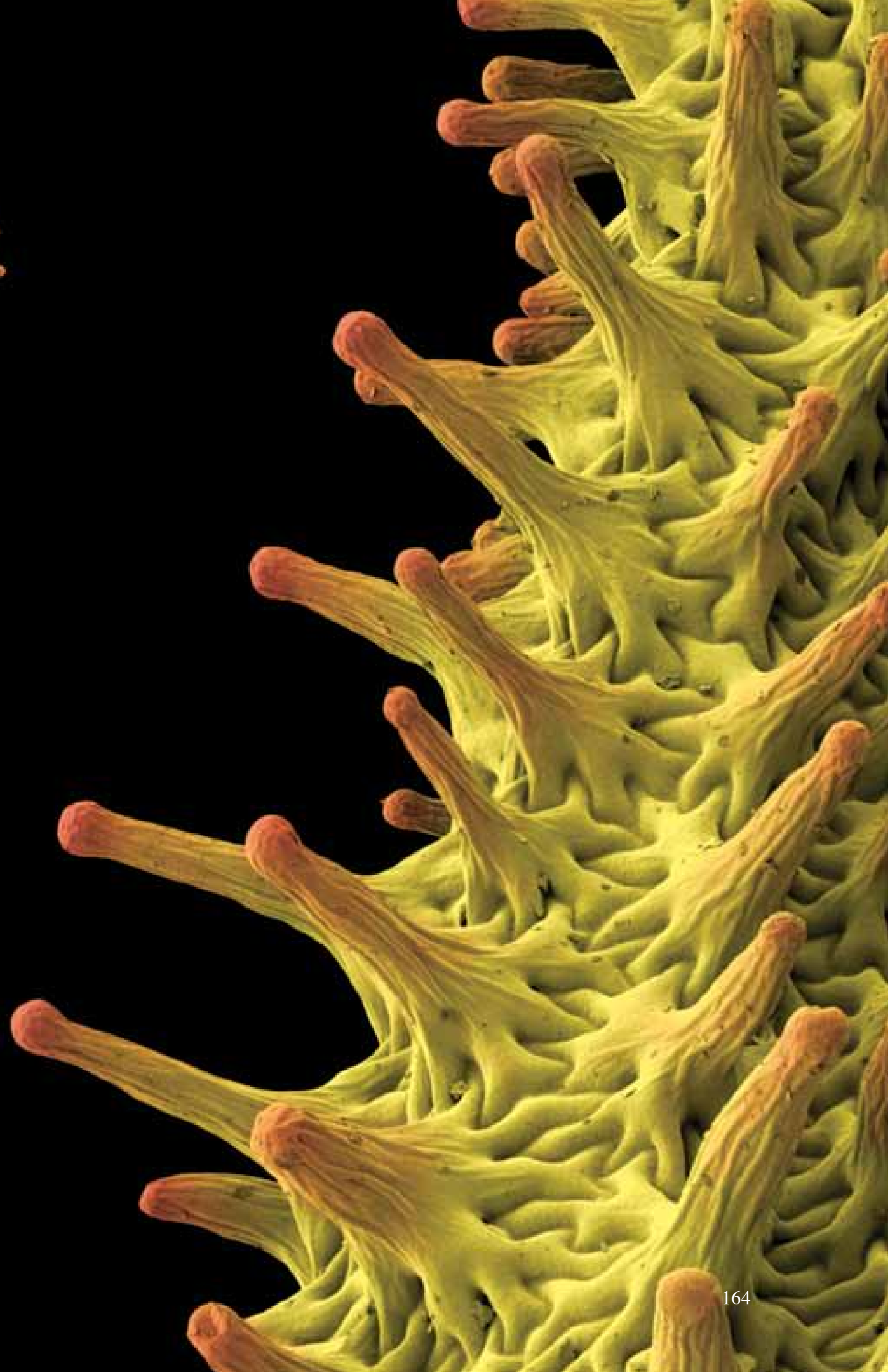
في عام 1967، برز ادّعاء مذهل فيما يخص دياسبورًا مسافرًا في الزمن، وذلك بالنسبة إلى بذور من الترمس القطبي (لوبينوس أركتيكوس ، قرنيّات) كان عامل في منجم قد اكتشفها على عمق ثلاثة إلى ستة أمتار تحت سطح الأرض في غرين «ميلر كريك» المجمّد في إقليم يوكون الكندي. ولقد اعتُقد بأن عمرها نحو عشرة آلاف سنة تقريبًا، وما فسّر طول عمرها غلافها البذري الصلب وحقيقة أنها كانت مطمورة عميقًا في الجمد السرمدي. ولسوء الحظ، تمّ تحديد عمرها



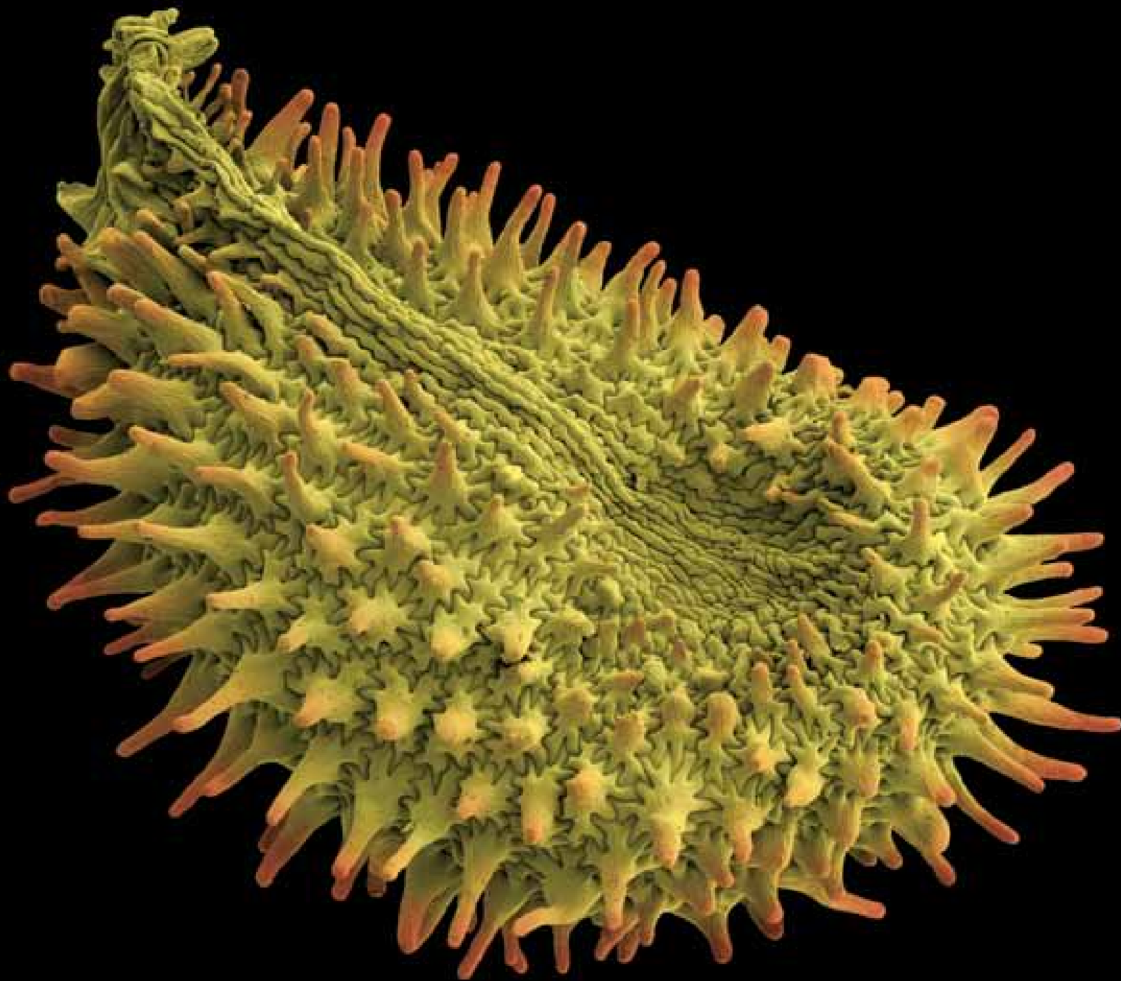


بذور لا تُظهر أي تكيّفات واضحة لطريقة محددة للانتشار: هوكيرا روبسنس (هوشيرة وردية، كاسرات الحجر، جُمعت في ولاية يوتاه من الولايات المتحدة؛ يبلغ طول البذرة 0.95 مم)؛ هرمانيا موريكاتا (خبّازيّات، جُمعت في جنوب أفريقيا؛ يبلغ طول البذرة 1.3 مم).





أورنيثوغالوم دوبيوم (اشقيلاوات)- نجمة بيت لحم الصفراء؛ جُمعت في جنوب أفريقيا- بزرة بدون أي تكيّفات واضحة على طريقة معيّنة من الانتشار لكنّها تُظهر نمطًا سطحيًا معقّدًا: تتعشّق خلايا غلاف البزرة مثل قطع أحجية صور عملاقة. يحدث الانتشار على الأرجح عندما تقذف الجراء بالبزور خارجًا أثناء تمايلها مع الريح؛ بزرة بطول 1.1 مم.



استنادًا إلى أدلّة ظرفية إلى حد بعيد: وُجدت في جحر قارض قديم مع جمجمة لاموس مطوّق ولم يتم اقتراح التاريخ إلاّ بالمقارنة ببقايا قوارض مماثلة في وسط ألاسكا. ومع غياب أي تأريخ مباشر للبذور بوساطة تقنية الكربون الشعاعي الدقيقة يبقى الادعاء بخصوص الترمس القطبي مفتوحًا على الكثير من الشك ومن غير المحتمل أن يقبل به العلماء.

تنتمي أقدم بذرة حيّة تمكّن العلماء من تحديد عمرها بدقّة إلى اللوطس المقدّس (نيلومبو نوسيفيرا، نيلومبيّات). للوطس المقدّس معنى ديني عميق بالنسبة إلى الهندوس والبوذيين وقد زُرع في الصين لأكثر من 3000 سنة. ولطالما قيل إن بذوره- وهي نباتيًّا جويزات ثمرة متعدّدة لها غلاف ثمري غير منفذ للهواء وللماء- تستطيع البقاء على قيد الحياة طوال قرون. ولقد قُدِّم الإثبات العلمي على طول عمرها الأسطوري في عام 1995 على يد جاين شِن- ميلر التي تمكّنت من إنتاش بذور لوطس أُخذت من حوض بحيرة جاف في منشوريا السابقة (اليوم شمال شرق الصين). ولقد سمحت التقنيّات المطيافية بتحديد عمر جزء بالغ الصغر من غلاف الجويزات السميك الصلب بوساطة تقنية الكربون المشع من دون قتل البذور. وباستخدام هذه الطريقة، تمّ إثبات أن عمر أقدم بذرة قادرة على الإنتاش هو 1288 (± 250) سنة.

تقدّم مؤخّرًا بعض الباحثين الإسرائيليين بادعاء يضع، في حال أثبت، نيلومبو نوسيفيرا في المرتبة الثانية بين أطول البذور عمرًا. وفي 12 حزيران/يونيه 2005، شغل خبر إنتاش بذرة نخل شائع (فينكس دّكتيليفيرا ، نخليّات) العناوين العريضة في النيويورك تايمز وغيرها من الصحف. تنتمي البذرة إلى مجموعة وُجدت في سبعينيات القرن العشرين خلال التنقيب عن الآثار في ماساده، الحصن الجبلي الذي بناه الملك هيرودوس واحتله 960 ثائرًا يهوديًّا في قصّة شهيرة عام 73 ميلادي، حيث قاموا في نهاية الأمر بالانتحار الجماعي بدلاً من الاستسلام للرومان. ووفقًا لتحديد عمر البذرة بالكربون المشعّ الذي أُجري في سويسرا باستخدام قطعة بالغة الصغر من البذرة المنتشة، فإن أصلها يعود إلى 1990 (± 50 سنة) سنة خلت، أي في وقت ما بين 35 قبل الميلاد و65 ميلادية، مباشرة قبل الحصار الشهير. وما زال لدى الباحثين الإسرائيليين أمل كبير في هذه البادرة الثمينة، التي أسموها «متوشالخ» نسبة إلى الشخصية من العهد القديم الذي يُفترض أنه عاش 969 سنة. وكانت أشجار النخل المحلّية في اليهودية قد دُمِّرت منذ زمن بعيد؛ وتلك التي تنمو هناك اليوم هي في الأصل من العراق. لقد كان بلح اليهودية الأصلي كثيرًا في العصور القديمة لميزاته الطبية والمثيرة للشهوة الجنسية. غير أن النخل الشائع (الذي يحمل البلح) نبات ثنائي المسكن وعندما أزهرت «متوشالخ» للمرّة الأولى عام 2011، تبيّن أنها ذكر. وقد أظهرت الاختبارات الجينية أن إحدى نسيبات «متوشالخ» الأقرب هي ضرب «هاياني» من النخل المصري الشائع. وبسبب هذه العلاقة الوثيقة، يكون «هاياني» الخيار الطبيعي كشريك لـ «متوشالخ» من أجل استيلاد نخلة تكون خاصيّاتها الأقرب إلى نخل اليهودية الشهير.

بذور سنة واحدة، أعشاب ضارّة لسبع سنوات

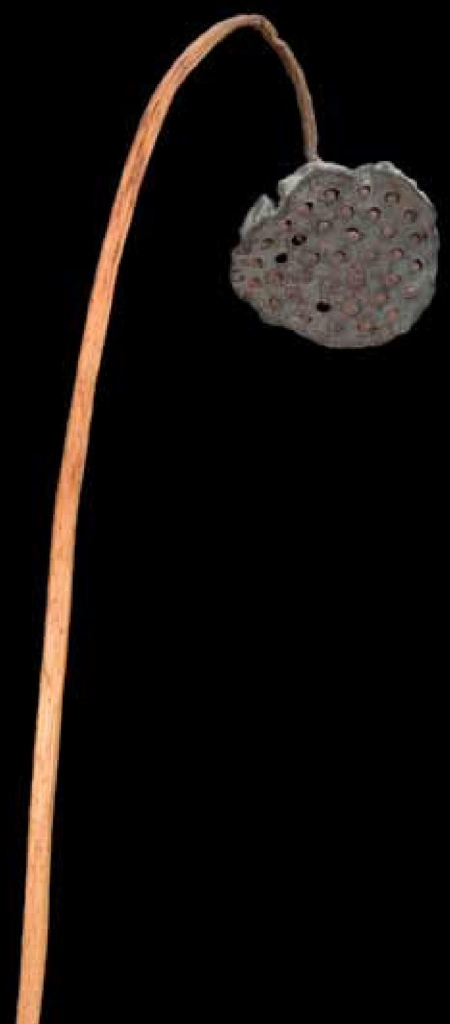
على الرغم من أن بذور بضعة أنواع فقط قادرة على عيش مثل هذه الحياة الأسطورية الطويلة،

الصفحة المقابلة: نيلومبو نوسيفيرا (نيلومبيّات)- لوطس مقدّس؛ موطنه الأصلي من آسيا إلى أستراليا – ثمرة مؤلّفة من المحور الزهري المتضخّم مع عدد كبير من الحجرات، تحتوي كل منها على جويزة أحادية البذرة. وفي أثناء تمايل سويقات الثمار الطويلة المرنة في الريح، تُقذف الجويزات في الماء، حيث تغرق فورًا إلى القعر. وتكون بذور اللوطس محبوسة داخل غلاف الجويزة الخارجي الشديد الصلابة ويمكنها الاحتفاظ بقابليتها على الحياة والنمو لأكثر من ألف سنة.

أدناه: نيلومبو نوسيفيرا (نيلومبيّات)- لوطس مقدّس؛ موطنه الأصلي من آسيا إلى أستراليا- صورة عن قرب لزهرة تُظهر الوزيم غير العادي (سائب الأخبية)، الذي يتألّف من 12 إلى 40 خباء مستقلاً يغرق كل منها بمفرده في المحور الزهري الإسفنجي. وبأزهاره الشبيهة بالنيلوفر وأسلوب حياته المائي، يشبه اللوطس المقدّس سطحيًّا النيلوفر (نيلوفريّات) مع أنه قد ثبت أن أقرب نسيباته الحية هي أشجار الدُّلب (دلبيّات) وأعضاء فصيلة البروطيّات. وللّوطس المقدّس معنى ديني عميق بالنسبة إلى الهندوس والبوذيين في الهند والتيبت والصين، حيث زُرع منذ القرن الثاني عشر قبل الميلاد.



فإن غالبية البذور القادرة على تحمّل الجفاف، تستطيع الاحتفاظ بقابليتها للحياة والنمو لعدّة عقود في التربة. ويمكن للإنتاش أن يتأخّر نتيجة عدم توافر القدر الكافي من الرطوبة أو يُكبت بسبب درجات الحرارة المنخفضة وغياب ضوء الشمس– على سبيل المثال، عندما تُطمر البذور. هذا أمر منطقي جدًّا، حيث إن البادرة الصغيرة التي تنتش على عمق 30 سم تحت الأرض لن تكون لديها أي فرصة في بلوغ ضوء الشمس الحيوي بالنسبة إليها. وبمرور السنين، تتراكم البذور القابلة للحياة والنمو على الأرض وفيها لتشكيل «بنك بذور التربة». وكان الظهور المفاجيء للخشخاش في ساحات القتال خلال الحرب العالمية الأولى في منطقة فلاندر يقدّم مثالاً جيّدًا على ذلك. ويُعتقد أن قلب التربة بسبب القذائف المتساقطة وحفر الخنادق والقبور رفعا إلى السطح بذور الخشخاش المطمورة منذ زمن بعيد في حقول القمح السابقة. لا يتأخّر الإنتاش لمدة لامتناهية من الزمن بسبب انعدام الماء وضوء الشمس فقط. فقد طوّر عدد كبير من النباتات آليّات محدّدة تضمن عدم إنتاش بذورها على الفور، حتى في أفضل الظروف المؤاتية. تُسمّى البذور التي تُظهر هذا السلوك بذورًا راقدة وتُختصر الآليّات المختلفة التي تبقيها نائمة بظاهرة الرقود. وفيما يلي ثلاثة أنواع مختلفة في الجوهر من رقود البذرة – طبيعي ومورفولوجي وفزيولوجي. وقد تبقى البذرة هامدة لسبب بسيط جدًّا مثل وجود غلاف بذرة أو غلاف ثمرة صلب غير منفذ للماء، ما يحول دون وصول الماء إلى الجنين في الداخل. تقدّم البذور الصلبة التي يحملها عدد كبير من البقوليّات وجويزات اللوطس أمثلة جيّدة على الدياسبورات الراقدة طبيعيًّا، التي غالبًا ما تملك فتحات سابقة التكوّن تستجيب لدرجات الحرارة المرتفعة أو التقلّبات الكبيرة في درجات الحرارة النهارية أو النار. والبذور الراقدة طبيعيًّا لا تعتمد على الضرر العرضي، بل على جهازها الشديد التخصّص الكاشف للإشارات من أجل تحديد الوقت الذي تحيا فيه. وهناك بذور أخرى تعجز عن الإنتاش على الفور لأن أجنّتها تكون غير ناضجة وقت الانتشار ويضطر الجنين إلى اختبار المزيد من النمو والتمييز، مثلما يحدث مثلاً في بذور عدد كبير من الحوذانيّات (مثل أنيموني، رَنونكولوس) وجنكو بيلوبا. يُشار عادةً إلى هذه البذور على أنها راقدة مورفولوجيًّا بسبب محتواها العالي من الماء ونشاطها الأيضي (الجنين النامي)، ولكن إذا كان ينبغي اعتبار هذه البذور راقدة حقًّا فهو أمر قابل للمناقشة. ومثلما يستطيع أي بستاني أن يشهد، بأن الرقود الفيزيولوجي هو السبب الأكثر تعقيدًا وراء تأخّر الإنتاش. وفي غياب أي مؤشّرات بادية وفي وجود عدد كبير من الأسباب المختلفة، لا تنتش البذور الراقدة فيزيولوجيًّا إلاّ عندما تحدث فيها تغيّرات كيميائية معيّنة. ويمكن أن تكون العوامل البيئية المطلقة للتغييرات درجات الحرارة المنخفضة أو المرتفعة، الدخان أو النار. وما يزيد في الأمور تعقيدًا هو أن أنواعًا مختلفة من الرقود يمكنها أن تجتمع في البذرة نفسها: إمّا رقود مورفولوجي وفيزيولوجي أو في حالات أندر، رقود طبيعي وفيزيولوجي. والاختلاف الأهم هو أن الرقود الفيزيولوجي قابل للانعكاس في حين أن الرقود الطبيعي والمورفولوجي ليسا كذلك. إذ إن ميزة الرقود الفيزيولوجي التي تعطيه الأفضلية هي مرونته. يختبر بعض الأعشاب الضارّة في الأراضي الزراعية دورة رقاد سنوية تسمح لها بالإنتاش في فترة معيّنة من السنة فقط.





يزيد تحرّك البذور تحت الأرض والرقود في تكوين «بنك بذور تربة» دائم. إن وجود عدد كبير من الأعشاب الضارّة السنويّة في بنوك بذور التربة والتفاوت في عمق الرقود بين بذور الثمرة الواحدة يفسّران القول الشعبي «بذور سنة واحدة، أعشاب ضارة لسبع سنوات». وإذا تُركت الأعشاب الضارّة لتنشر بذورها لموسم واحد فقط، فسوف يلازم نسلها البستاني المهمل ويزعجه لسنوات وسنوات. ولكن طبعًا لم تتطوّر البذور الراقدة لتفلت من عين البستاني الفخور الساهرة دائمًا. إن الاستراتيجية الحقيقية الكامنة وراء الرقود هي تحقيق الانتشار في الوقت المناسب. ومن أجل أن تبقى الأنواع النباتية على قيد الحياة، ضروري جدًّا أن ينتش على الأقل بعض بذوره في المكان المناسب والزمن المناسب. والرقود آليّة تدعم هذا الهدف بطرق عدّة: يمنح مزيدًا من الوقت لوسائل الانتشار المختلفة لكي تنقل البذور على مسافات أكبر، والأهم من ذلك أنه يحدّد الوقت المناسب للإنتاش. في المناخ المعتدل ينتش عدد كبير من البذور في الربيع للاستفادة على أفضل نحو من فصل النمو وضمان ترسّخها قبل الشتاء. وتكون بذور أخرى مبرمجة للإنتاش في الخريف بحيث تنشىء جهازًا جذريًّا قويًّا لحمايتها من الجفاف في الصيف، فضلاً عن أن اختلاف أعماق الرقود في بذور النبتة الواحدة يضمن توزيع الإنتاش على مدّة من الزمن، ما يخفّف خطر خسارة جيل كامل نتيجة حدث كارثي ما مثل الحريق أو الجفاف أو الصقيع.

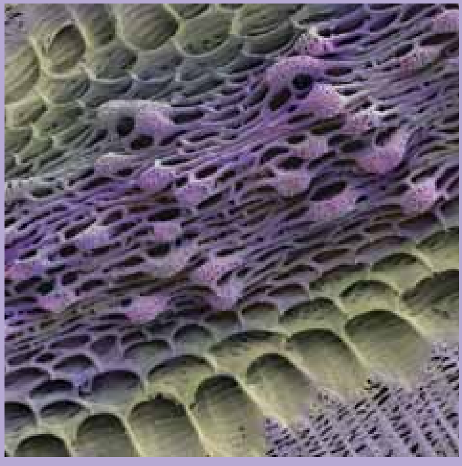
كبسولات زمنية حاملة للحياة

تشكّل قدرة البذور التي تحتمل الجفاف على البقاء على قيد الحياة لوقت طويل في حالة جفاف ميزتها الأكثر ذهولاً والأكثر أهمية. وتشكّل بنوك بذور التربة وبنوك البذور الهوائية الناجمة عن نوع مئخار مثل الصنوبر الأميركي (بينوس بنكسيانا) والكثير من بروطيّات جنوب أفريقيا وأستراليا تأمينًا لحياة النوع الذي يستثمر فيها. أما بالنسبة إلى الأعشاب الحولية كافة، وعدد كبير من النباتات المعمّرة في المَواطن المعرّضة للحرائق، فإن مخبأ بذورها المكوّن طبيعيًّا يشكل الطريقة الوحيدة التي يمكنها بها مقاومة الظروف البيئية المعاكسة والبقاء على قيد الحياة. وبالتالي فإن بنوك البذور الطبيعية تؤدي دورًا أساسيًّا في تعاقب النباتات وتطوّر الجماعات النباتية.

كان أيضًا لمهارات النباتات المذهلة في البقاء على قيد الحياة تأثير كبير على تطور حضارتنا. إذ إن تطوّر المجتمعات الحديثة يرتبط ارتباطًا وثيقًا بالتقدّم في مجال الزراعة. ولم تصبح الزراعة والقرى الدائمة ممكنة إلاّ عندما اكتشف الناس أن في إمكانهم جمع البذور وخزنها من أجل زرع مخزونهم الخاص من محصول معيّن بدلاً من اضطرارهم لعيش حياة الصيّادين الجامعين البدوية. في ستينيات القرن العشرين، بدأ الناس يدركون أن أصناف المحاصيل الحديثة العالية الإنتاج تحلّ محل التنوّع الهائل لأصناف المحاصيل المحلّية التي انتقتها الشعوب المحلّية في جميع أنحاء العالم على مدى قرون. لم تكن الأصناف المحلّية التقليدية متكيّفة بشكل أفضل بالظروف المناخية والتُّربية في موطنها الأصلي فحسب، بل تحمل أيضًا سمات جينية قيّمة مفيدة في استيلاد أصناف جديدة. إن صغر الحجم وطول العمر يجعلان من البذور وسائل بالغة الفاعلية للحفاظ على الجبلة الجرثومية النباتية الثمينة.

الصفحة المقابلة: نميسيا فرسيكولور (حمليّات)- بذرة تحمل جناحًا محيطيًّا يساعد على الانتشار الريحي؛ بذرة (مع الجناح) يبلغ قطرها 2.4 مم.

أدناه: نميسيا فرسيكولور (حمليّات)- لوبيكّي بالأفريقانية؛ جُمعت في جنوب أفريقيا (الكاب الشرقي)- تفصيل من غلاف البذرة.

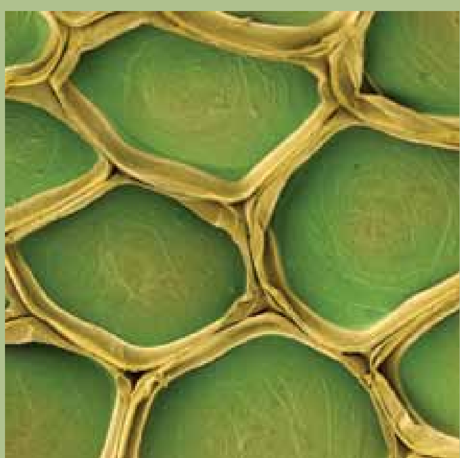


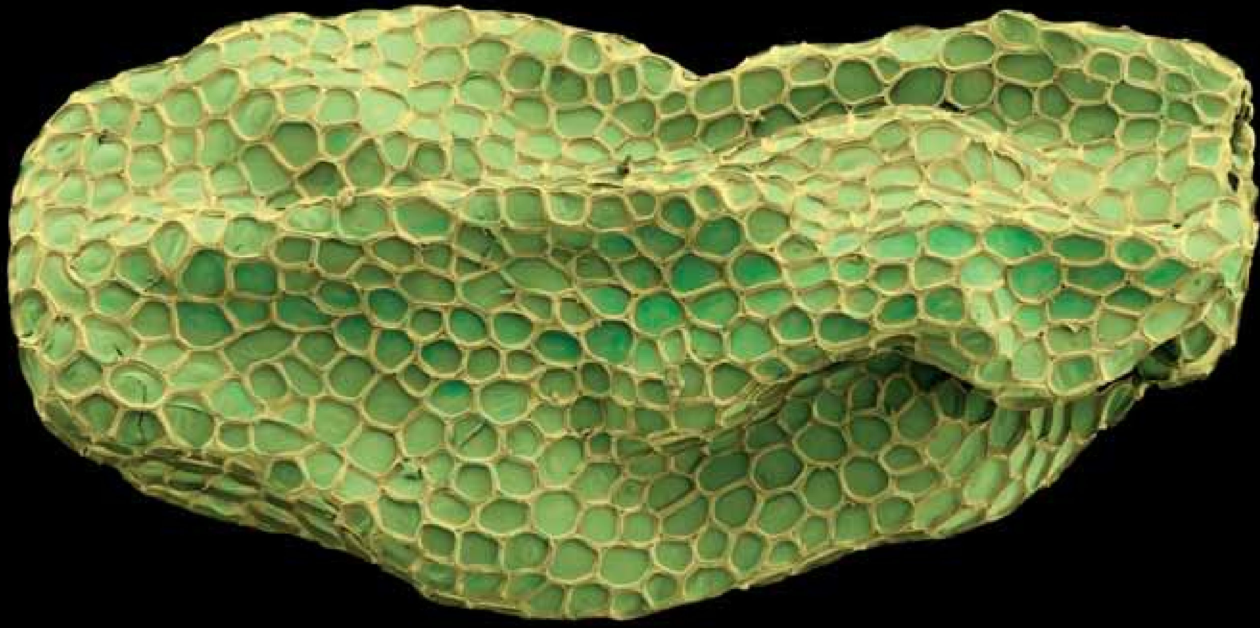
يمكن تجفيف البذور الناضجة التي تحتمل الجفاف من دون أي ضرر إلى مستويات منخفضة جدًّا من الرطوبة (1 إلى 5 في المئة). مع انخفاض محتواها من الرطوبة، تصبح أكثر تحمّلاً لدرجات الحرارة المنخفضة. ويكمن تفسير هذه الظاهرة في خصائص الماء الفيزيائية. في خلايا النباتات، يكون الماء إمّا حرًّا أو مرتبطًا بجزيئات مثل البروتين والسكر وعديدات السكريد. في درجات الحرارة تحت 0 º مئوية، يتجمّد الماء الحر ويتمدّد بينما يشكّل بلّورات جليد. وعندما تكبر بلّورات الجليد، تضر بالعُضيّات الخلوية وتثقب أغشية الخلايا وجدرانها، طاعنةً الخلايا حرفيًّا حتى الموت. ولا يستطيع الماء المرتبط، ذو الجزيئات المرتبطة كهرطيسيًّا بجزيئات أخرى أكبر حجمًا، تشكيل بلورات جليد قاتلة. أما البذور غير القادرة على احتمال الجفاف فهي غنيةٌ بالماء الحر ولا يمكنها البقاء على قيد الحياة في درجات الحرارة تحت الصفر، في حين أن البذور التي تحتمل الجفاف لا تحتوي تقريبًا على أي ماء حر عندما تُجفَّف بالشكل المناسب.وقد ثبت منذ زمن بعيد أن عمر البذور الناضجة في مخازن محكمة الإغلاق يطول مع انخفاض محتوى الجنين والسويداء من الماء وتُخفَّض درجة الحرارة المحيطة. تُلخَّص هذه العلاقة القابلة للقياس وللتنبؤ بها بين المحتوى المائي ودرجة حرارة التخزين في حساب هارينغتون التقريبي (مبني على حكم التجربة) الذي أجراه عام 1972. ويتنبّأ بتضاعف حياة التخزين لكل انخفاض من واحد في المئة في محتوى البذور من الرطوبة (استنادًا إلى وزن البذرة الغضّة) وتضاعف حياة التخزين لكل انخفاض من 5º مئوية في درجة حرارة التخزين. وعلى الرغم من أن إثبات هذا الحساب التقريبي اختباريًّا شبه مستحيل، فإن هذه القاعدة البسيطة تشكّل الأساس النظري لطرق تخزين البذور الحديثة كافة. وتشير هذه التكهّنات إلى أن مدة حياة البذور في شروط بنك البذور التقليدية (تخزين في حاويات محكمة السدّ غير منفذة للهواء في درجة حرارة من نحو 20º مئوية تحت الصفر) تتراوح ما بين بضعة عقود للأنواع الأقصر عمرًا وأكثر من ألف سنة لأطولها عمرًا.

كانت المهمّة الأولى لمنشآت التخزين المخصّصة للبذور، المعروفة ببنوك البذور، حفظ ضروب من المحاصيل الأساسية، ولا سيّما الحبوب. أما اليوم فقد طرح تفاقم الدمار اللاحق ببيئتنا نتيجة تزايد عدد السكّان في العالم تحديًا جديدًا على بنوك البذور: حفظ بذور الأنواع البرّية التي دُفعت إلى شفير الانقراض في مَواطنها الطبيعية. ومنذ القرن السابع عشر، تم توثيق انقراض 654 نوعًا نباتيًّا، لكنّ هذا الرقم ليس بالتأكيد سوى تقدير لا يرقى ولو من بعيد إلى العدد الحقيقي. ولقد تم تشبيه الانقراض الهائل الحاصل للأنواع نتيجة تدمير غابات المطر الاستوائية بزوال الديناصورات. ونظرًا إلى أن مساحات شاسعة من سطح الأرض لا تزال غير مستكشفة، فليس هناك من طريقة لمعرفة عدد الأنواع النباتية المهدّدة حاليًّا بخطر الانقراض. وتتراوح التقديرات ما بين 30000 و100000 نوع. ومع مواجهة هذا العدد الهائل من أنواع خطر الزوال كليًّا وإلى الأبد من عن كوكبنا، فإن بنوك البذور اضطلعت بدور فريد: تؤمّن تأمينًا من صنع الإنسان لحياة النباتات المهدّدة وتحوّل البذور العادية إلى كبسولات زمنية تحفظ الحياة.

الصفحة المقابلة: برناسيا فيمبرياتا (برناسيّات)- عشبة برناسيوس هدّابية؛ جُمعت في ولاية أوريغون من الولايات المتحدة- بذرة ذات غلاف رخو شبيه بالكيس تُظهر نمط قرص النحل الذي نجده نموذجيًّا في البذور المنطادية المنتشرة بوساطة الريح؛ يبلغ طول البذرة 1.3 مم.

أدناه: تفصيل لغلاف البذرة.







بنك بذور الألفية

سفينة نوح القرن الواحد والعشرين وما بعده

إن «شراكة بنك بذور الألفية» التي تديرها الحدائق النباتية الملكية كيو، هي اليوم المبادرة البنكية الأكثر طموحًا المخصّصة حصريًّا لخزن بذور الأنواع النباتية البرّية. لقد تأسّست هذه الشراكة عام 2000 لتعيين بداية الألفية الجديدة بتمويل من لجنة الألفية وويلكوم تروست وأورانج ب ل س وغيرها من الشركات والأفراد الرعاة. ثم تطوّرت هذه الشراكة حتى أصبحت اليوم شبكةً عالمية للمحافظة على البذور تضم 80 دولة.

يقع بنك بذور الألفية ضمن أراضي وايكهرست بلايس في سَسِكس– «حديقة كيو الريفية»– وهو مرفق عالمي المستوى في منطقة تتميّز بجمال طبيعي فائق. إلى جانب تأمينه المكان اللازم لخزن عدّة آلاف من عيّنات البذور في قبو كبير تحت الأرض، يشمل أيضًا مرافق مخصّصة للبحث في مجال البذور ولمعالجتها، وأماكن عرض مفتوحة للعموم.

خلال العقد الأوّل من عمل شراكة بنك بذور الألفية، أي حتى عام 2010، جمعت بذور 10 في المئة من نباتات العالم وحفظتها ودرستها – وهذا يعني أكثر من 25000 نوع (استنادًا إلى تقدير مابرلي الحذر بوجود 242000 نوع من النباتات البذرية في العالم). في كيو، يركّز المعنيون بالمحافظة على البذور جهودهم في الأنواع المهدّدة بالأنقراض والأنواع المستوطنة والأنواع المهمة اقتصاديًّا على الصعيد المحلّي التي تنمو في مناطق العالم الأكثر تعرّضًا للخطر بسبب تأثير الأنشطة الإنسانية المتزايد باستمرار، الذي يشمل التغيّر المناخي. وتشمل المَواطِن المعرّضة أكثر من غيرها للتدمير المجالات البيئية الحيوية (بيوم) في الأراضي الجافة والسواحل والجزر والجبال. يستهدف البرنامج بشكل خاص هذه المناطق لكنه يشمل أيضًا مَواطن أخرى، ولا سيّما النقاط الساخنة المتعلّقة بالتنوّع البيولوجي في العالم.

ترتكز المهمّة الهائلة المتمثّلة في جمع بذور عشرات آلاف الأنواع على تعاون دولي وتبادل المعلومات على نطاق واسع. ينشط في شراكة بنك بذور الألفية نحو 170 مؤسّسة شريكة من 80 دولة، تتوزّع في جميع القارات وتمتد حتى قارة القطب الجنوبي. يُحفظ قسم كبير من البذور المجموعة في البلد الذي تُجمع منه في حال توافرت محليًّا مرافق تخزين مناسبة. وإن لم تتوافر هذه المرافق، يوضع نصف البذور المجموعة من كل نوع جانبًا ويُحفظ في بنك بذور الألفية حتى يصبح لدى البلدان الشريكة بنوك بذور خاصة بها. يُنفَّذ برنامج جمع البذور وفقًا للقوانين المحلّية والدولية وهو يتقيّد خصوصًا ببروتوكول ناغويا الذي وضعه المؤتمر حول التنوّع البيولوجي والمعاهدة الدولية حول الموارد الجينية في الغذاء والزراعة.

الصفحة المقابلة: مدخل العموم في بنك بذور الألفية التابع لكيو في وايكهرست بالاس في سَسِكس. يدير قسم المحافظة على البذور التابع للحدائق النباتية الملكية كيو هذا المبنى الذي يؤوي إحدى المبادرات الأكثر طموحًا في المملكة المتحدة الهادفة للمحافظة على الأنواع النباتية: تسعى شراكة بنك بذور الألفية إلى جمع بذور 75000 نوع من النباتات البرّية من جميع أنحاء العالم والمحافظة عليها مع حلول عام 2020

أدناه: مشهد لمنطقة العرض المفتوحة للعموم في بنك بذور الألفية.







إجراءات حفظ البذور في البنك هي بسيطة جدًّا. ولدى وصول البذور، تُنظَّف لإزالة أي أجزاء غير ضرورية من الثمرة وكذلك البذور الفارغة أو المصابة بمرض أو بطفيليّات. وتقوم الخطوة التالية على تجفيف البذور في شروط ثابتة (15 في المئة من الرطوبة النسبية بدرجة حرارة 15°) لمدّة أربعة أسابيع على الأقل في غرفة جافة مخصّصة لهذا الغرض. تصبح البذور بعد ذلك جاهزة للتخزين بدرجة حرارة 20° درجة مئوية تحت الصفر. ومن أجل ضمان بقاء مجموعة من البذور قابلة للحياة والنمو، يجري اختبار عيّنة تمثيلية لتحديد القابلية على الإنتاش، عادةً باستخدام صفائح بتري محتوية على الماء والأغرة. وتشكّل نسبة 85 في المئة الحد المطلوب لنجاح الإنتاش. فإذا كانت قابلية الإنتاش دون هذا المستوى، يجري تطوير بروتوكولات عبر عملية تكرارية لتحسين الإنتاش إلى أقصى حدّ ممكن. كل هذه البروتوكولات منشورة على موقع قاعدة معلومات بذور كيو (http:// data.kew.org/ sid). وخلال التخزين الطويل الأمد للبذور، تُجرى اختبارات الإنتاش على فترات منظمة من 5 إلى 10 سنوات من أجل مراقبة نوعية المجموعات. ومن أجل تحسين المحافظة على البذور، ولا سيّما تلك التي تنتمي إلى أنواع يصعب خزنها، يدير قسم المحافظة على البذور التابع لكيو برنامج أبحاث ناشطًا متخصّصًا في الأوجه الأساسية لخزن البذور ومدّة حياتها وإنتاشها.

قام برنامج المملكة المتحدة لمشروع بنك بذور الألفية بجمع بذور من أكثر من 96 في المئة من النباتات المحلية العليا في المملكة المتحدة. هذه هي المرّة الأولى التي تدعم فيها أي دولة المحافظة على نباتاتها بهذه الطريقة. يُحتفظ بمجموعات بذور الأنواع البرّية لفترات طويلة من أجل تأمين مخزون ابتدائي يسمح للأجيال القادمة بالتكيّف مع التغيير. وبمنأى عن أي خطر في بنوك البذور، تُحفظ الأنواع المهمة لراحة البشر حتى وإن انقرضت في البرّية. والأهم في ذلك هو أن البذور ستكون متوافرة للمساعدة في تجدّد الأنظمة البيئية المتضرّرة. ولبنوك البذور قيمة حالية أيضًا؛ فبينما يعكس ربما العلامات الأولى على تكيّف الجنس البشري بالتغيرات التي يُحدثها في الأنظمة البيئية، يتم اليوم استخدام مجموعات بنك بذور الألفية بشكل كبير.

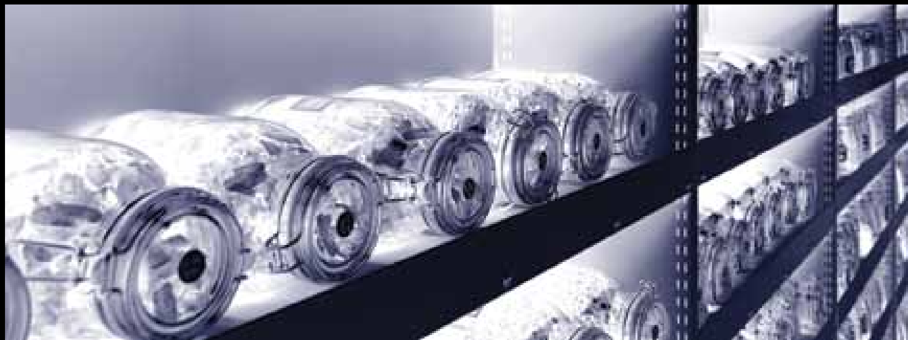
تُوزَّع المجموعات وفقًا لشروط تضمن حقوق بلد المنشأ في أي منافع تنجم عن ذلك. تدعم البذور التي يقدّمها مشروع بنك بذور الألفية العمل في المجالات السبعة التي تضمن الحاجات الأساسية للإنسان: الزراعة والحراجة، الجو (بينما يرتبط بمستويات ثاني أكسيد الكربون والتغيّر المناخي)،

أدناه: سترليتزيا ريجينا (استرلتزيّات)- زهرة طائر الفردوس/ عصفور الجنّة؛ موطنها الأصلي جنوب أفريقيا- بذرة مع زائدة صالحة للأكل بارزة للنظر مؤلّفة من شعور كثيفة حمراء إلى برتقالية زاهية، تجتذب الطيور بشكل قوي؛ يبلغ طول البذرة (بما فيها الزائدة) نحو 1 سم.

في الوسط: أبروس بركاتوريوس (قرنيّات)- عصبة السوس/بسلّة أميركا؛ نجدها في المناطق الاستوائية كافة - بذرة صلبة لامعة تحاكي غلاف بذرة لحميًّا أو عنبية. تُخدع الطيور للتفكير في أن البذور صالحة للأكل فتنقلها إلى مسافات قصيرة حتى تكتشف الخديعة. تحتوي عصبة السوس على الأبرين، وهو بروتين معطّل للريباسات وأحد أقوى السموم النباتية المميتة المعروفة (نحو 0.5 مغ = 0.0005 غ منه يمكنه قتل إنسان)؛ يبلغ طول البذرة 5.5 مم.

في الأسفل: أكاسيا سيكلوبس (قرنيّات) - سَنْط ساحلي؛ موطنه الأصلي جنوب غرب أستراليا- بذرة محوطة بزائدة صالحة للأكل بلون برتقالي زاهٍ مؤلّفة من طبقة مزدوجة من السر الذي يحيط بالبذرة في اتجاه ثم ينثني ليحيط بها مرة أخرى في الاتجاه الآخر؛ يبلغ طول البذرة 9 مم (بما في ذلك الزائدة).





أدناه: هورا كريبيتانس (فربيونيّات)- شجرة صندوق الرمل؛ موطنها الأصلي أميركا الجنوبية والكاريبي- يبلغ قطر البذور المسطّحة الشبيهة بالقرص نحو 1.5 سم وتنتج بوادر كبيرة تبقى فلقتاها داخل البذرة حيث تستمرّان في هضم السويداء حتى يُستنفد مخزون الطعام.

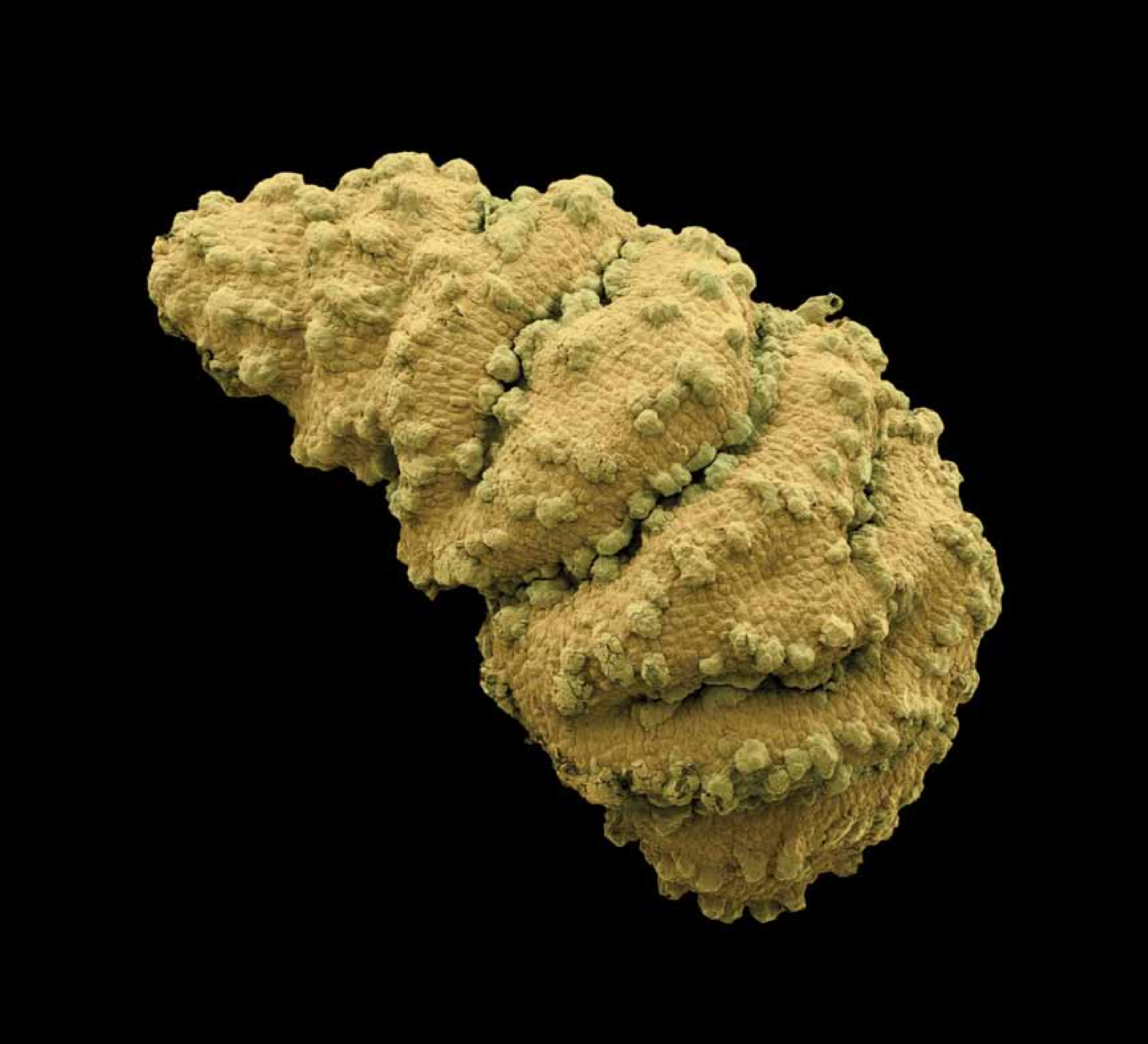
أعلى الصفحة المقابلة، إلى اليسار: آنية بذور جاهزة لكي تُسدّ بإحكام من أجل خزنها في درجات حرارة منخفضة.
أعلى الصفحة المقابلة، إلى اليمين: بذرة داخل قطعة جليد في القاطعة المجهرية المجلِّدة، وهي أداة تقطع شرائح بسماكة الشفرة، تُظهر تحت مجهر ضوئي تفاصيل دقيقة في بنية البذرة الداخلية.

أعلاه، إلى اليمين: تبيّن أن مرطبانات المخلّل العادية هي مثالية لخزن البذور في ظل ظروف جافة في درجة حرارة 20 تحت الصفر.

والتنوّع البيئي، والمواد الكيميائية، والطاقة، والصحّة، والماء. ومن خلال برنامج «دعم الزراعة» التابع لمشروع بنك بذور الألفية تُستخدم بذور النسيبات البرّية للمحاصيل في استيلاد المحاصيل، ويتم تدجين الأنواع القليلة الاستعمال. ومن خلال العمل على دعم الحراجة، يقدّم البنك بذورًا للأبحاث حول الآفات والأمراض مثل سُقم المرّان، وهو جزء من المشروع الأفريقي «الجدار الأخضر الكبير» في منطقة الساحل حيث تُستعمل الأشجار لوقف تقدّم الصحراء الكبرى. وفي المملكة المتحدة، يؤمّن «قبّ البذور المحلّية» Native Seed Hub البذور لاسترجاع المروج الغنية بالأنواع، وغيرها من المشاريع. والعنصر المشترك في أعمال المشروع والقوة الدافعة وراءها هما أن التنوّع يعادل المرونة. ولبنوك البذور طريقة فاعلة واقتصادية للمحافظة على التغيّر الجيني ضمن الأنواع النباتية وبينها. لا تشغل البذور مكانًا كبيرًا ولا تحتاج إلى كثير من الاهتمام لفترات طويلة جدًا من الزمن. يبلغ معدّل الكلفة الإجمالية لجمع بذور نوع نباتي والمحافظة عليه نحو 2000 جنيه إنكليزي. للوهلة الأولى، قد يبدو ذلك المبلغ كبيرًا من القيام بجهد لإدراك ضخامة التحدّي الذي يواجه الجنس البشري. نعلم من السجل الأحفوري أن الحياة على الأرض قد شهدت خمسة حوادث انقراض واسعة النطاق. وكان الأمر يحتاج بعد كل كارثة بين أربعة ملايين وعشرين مليون سنة لكي يعود التنوّع البيولوجي إلى مستوياته قبل الانقراض. وللمقارنة، ظهر الإنسان الحديث مثلنا منذ ما لا يزيد على 200000 سنة تقريبًا. وهذا يعني أن لكل نوع- نباتي أو حيواني- ندفع به إلى الانقراض، نحتاج لانتظار ملايين السنين لكي يُستبدل من خلال التطوّر الطبيعي. وسيكون البشر، في ذلك الوقت، قد تطوّروا هم أيضًا إلى نوع مختلف- هذا إن لم يكونوا قد انقرضوا منذ زمن بعيد. تعتمد أسباب عيش الشخص في مآل الأمر على أنظمة بيئية صحية حسنة السير، يكون التنوّع البيولوجي أساسيًّا في وجودها. ومع سير أزمة انقراض الأنواع الناجمة عن النشاط البشري إلى مزيد من التفاقم في المستقبل القريب، ينبغي لنا التصرّف الآن واتخاذ تدابير وقائية مثل إقامة بنوك البذور، إذا كانت ستُتاح فرصة لبيئتنا لكي تستعيد عافيتها في المستقبل وفرصة للبشر لكي يكونوا قادرين على التكيّف مع التغيّر المناخي. وببساطة لا يمكننا أن نتصوّر عواقب عدم القيام بأي شيء.

من أجل دعم شراكة بنك بذور الألفية، قم بزيارة www.kew.org/adoptaseed «تبنَّ بذرة، تنقذ نوعًا».







خريطة هندسية

روب كيسلر

... العلم هو ما تعرفه، والفن هو ما تفعله.
الفن الأفضل مرتكز على العلم الأفضل بأي طريقة من الطرق

وليام ر ليثابي
Form in Civilization، 1922
«**الشكل في الحضارة**»، 1922

أنواع هرمانيا (خبّازيّات)- جُمعت في جنوب أفريقيا، مقاطعة لمبوبو- بذرة لا تحمل أيّ تكيّفات واضحة لطريقة معيّنة من الانتشار لكنّها تُظهر نمطًا سطحيًّا لافتًا؛ يبلغ طول البذرة 1.4 مم.



الصفحة المقابلة: نوع كليومي (قباريّات)- ذَفِرة؛ جُمعت في مدغشقر- بذرة؛ يبلغ قطرها 1.5 مم.

أدناه: سقف قبّة كاتدرائية كريست تشورش في أكسفورد.

في الأسفل: سعف النخل ليكوالا غرانديس- نخل فانواتو المروحي- التُقطت الصورة في بيت النخل في كيو.





من البراعم إلى الأشكال الهندسية

العلاقة بين عالم النبات والهندسة علاقة قديمة قدَم المساكن البسيطة الأولى التي بناها الناس لدى خروجهم من الكهوف؛ مساكن من النبات. أَن ندعو البنى التي شيّدوها بدائية يبخس من قدر فهمهم للقيمة الوظيفية للمادة التي استخدموها من أجل خلق بنى بسيطة، فَهْم أساسه المشاهدة والتجريب: للطريقة التي تتشكّل بها الساق العمودية خاصيّات دعم ممتازة، أو كيف أن سطوح سعف النخل المتشعّبة المضلّعة تجعل منها أغطية سطوح مثالية تؤمّن الظلّ وتوجّه الماء بعيدًا من المركز. بهذه الطريقة حاكى البنّاؤون الأوائل خاصيّات النباتات ومميّزاتها في الأبنية التي كانوا يشيّدونها فيقيمون بذلك صلة بين النباتات والشكل، ويوجدون سابقةً هندسية لا تزال مهمة اليوم كما كانت في زمانهم.

لقد شهد الانتقال من المساكن البدائية إلى معابد الثقافة والتجارة الكثير من استملاك الشكل والزخرفة الموجودين في النباتات والكثير من التعديلات أيضًا. وأصبح تاج العمود القورنثي الذي شغل بال فتروفيوس (نحو 70 – 25 قبل الميلاد) والمستمد بوضوح من نبات الأقنثا محبوبًا جدًّا بحيث استمر استعماله لأكثر من 2500 سنة. ولقد وصل هذا الشغف بنظام الازهرار الهوائي إلى خواتيمه المنطقية في أعلى عواميد متحف جامعة أكسفورد، حيث حفر البنّاؤون الأيرلنديون بإشراف جون رَسكين (1819–1900) التيجان ناقلين الشكل مباشرة من عيّنات أخذت من حدائق الجامعة النباتية. مثّل كل تاج عمود نباتًا مختلفًا بحيث إن الزخارف الهندسية تحوّلت من زخارف زينية صرفة إلى زخارف حيث يمكنك قراءة المبنى بأكمله كمرجع في علم النبات.

في عام 1922 كتب وليام ليثابي، وكان مهندسًا معماريًّا ومدير المعهد المركزي للفنون والحرف في لندن، عن العلاقة بين العلم والهندسة المعمارية، وقد أصاب عندما توقّع التغيّرات الدينامية التي حدثت في التصاميم الهندسية خلال القرن العشرين. لقد نشأت هندسة الفترة الانتقالية التي تلت الحرب في حقبة تحوّلت المُثل الرَسكينية والأشكال المستمدّة من الطبيعة التي اعتمدتها «حركة الفنون والحرف» إلى «الفن الجديد» (آر نوفو) الأكثر ترفًا في جوهره، وأصبحت هذه الهندسة خاضعة لتأثير المذهبين التوأمين البنائية والتعبيرية اللذين حدّدا في ما بعد مجال الحداثة. وبالاعتماد على ما هو ممكن من أجل البناء بمواد جديدة والأسمنت المسلّح والصلب والزجاج، سمح المهندسون الإنشائيون للمهندسين المعماريين بخلق أشكال رؤيوية شكّلت تحوّلاً جذريًّا في الأسلوب والمقياس والفهم النظري في الدور الحيوي الذي تؤديه الهندسة في الطريقة التي نحيا ونعمل بها. ولقد أتاحت المشاريع السكنية البسيطة والمصانع الجديدة وأجنحة العرض فرصًا للمهندسين المعماريين لإعادة تحديد الطوبوغرافيا المدينية.



مع بداية الحداثة، بجماليّتها المختزِلة ونقاء وظيفتها، لم يبدُ أن هناك متسعًا لما عُدّ زخرفة غير ضرورية. والمثير للسخرية هو أن التعليق السيّئ الصيت «الزخرفة جريمة» الذي قام به المهندس النمساوي أدولف لوس (1870–1993) يجد جذوره في نزاهة العمل والحرفية التي سبق لوليام موريس (1834–96) و«حركة الفنون والحرف» أن ناصروها بوضوح. وكان ذلك لإثبات استخدام الأشكال النباتية ضمن الهندسة ولكن، كما في سائر الأمور، تتغيّر الأساليب وتتطوّر تكنولوجيّات جديدة وتُتاح فرص جديدة. وعبر إجراء تجارب بنيوية باستخدام مبادىء الهندسة والرياضيّات جرى تمهيد الطريق أمام الانحراف عن الهندسة المستوية المستخدمة في الحركة العصرانية (مودرنيسم) الذي قاده المهندس والمعماري والمصمّم الرؤيوي بَكمنستر فولر (1895–1983). كانت قببه الجيوديسية والبنى الشبيهة بالقشرة الشبكية التي صمّمها معماريّون لاحقون مثل فراي أوتو (–1925) تعكس روح عصر استكشاف الفضاء وتنقل الهندسة المعمارية إلى بُعد عالمي. ولأشكالهم وبناهم ما يوازيها في حجارة بناء الطبيعة نفسها، وتتساءل عن الطريقة التي نرغب في العيش بها مستقبلاً. وجد إيمانهم المتفائل بالتكنولوجيا مكافأته مع تطوّر علوم الكمبيوتر بحيث أصبح في الإمكان تصميم أشكال أحيائية معقّدة وتصوّرها وإجراء حساباتها وبناؤها. ولقد حدث هذا التغيير بسرعة مذهلة وكذلك فعل توليد مجموعة منوّعة من الأشكال الجديدة ومن اللغات لوصفها: هندسة الأشكال غير المنتظمة ، الطراز الباروكي البيولوجي ، التقني البيولوجي، العضوي التقني ، مبدأ استعمال الأشكال الحيوية، التكامل العضوي ، المجاز الأحيائي، العضوية، الحسابات التطوّرية، مخطّطات التشفير شبه الجينية.

تتطوّر العلاقة مع الشكل الطبيعي بما يتعدّى علامته المسجّلة السطحية من أشكال لامتماثلة منتفخة، بما يتعدّى ما وصفه عالم الأحياء دارسي طومسون بأنه «شكل رسم بياني للقوى» في كتابه المؤثّر «في النمو والشكل» (أون غروث أند فورم) (1917). إن التقدّم في فهم الأمور في مجالات الميكانيكا الحيوية والعلوم النباتية بالإضافة إلى التطوّر السريع للمواد السريعة الاستجابة والمحاكاة على الكمبيوتر قد سمحا للمهندسين المعماريين «بتطوير» المباني ككينونات حية كاملة. وعلى غرار نظيراتها من النبات والحيوان تصبح المباني اليوم أكثر استجابة للشروط المناخية، وبما أن تطوّر خاصيّات ذاتية الشفاء في المواد قد أصبح إمكانية حقيقية، فإن العلاقة بين الهندسة المعمارية وعالم النبات تتطوّر إلى حالة من المحاكاة بدلاً من التقليد.

أنّى تأخذنا التكنولوجيّات الحديثة، عند فحص البنى البذرية الدقيقة بتنوّعها المدهش في الشكل وسطوحها المترابطة المعقّدة وأغشيتها المشَدودة، نجد أنها تذكّرنا بوضوح بأن الطبيعة تستمر بمنحنا أمثلة تلهمنا وتتحدّى قدرتنا على الإبداع.



الصفحة المقابلة: أنسفالارتوس إينوبينوس (زاميّات)– مستوطن في جنوب أفريقيا– أكواز/مخاريط ذكر.

أعلاه: 30 سانت ماري أكس، لندن، فوستر & بارتنرز، يُعرف لدى الناس بـ الجركين أو القضيب البلّوري أو برج ري السويسري نسبةً إلى مالكه وساكنه الأساسي. يُشتهر هذا المبنى الذي يبلغ علوه 180 م بهندسته غير التقليدية.

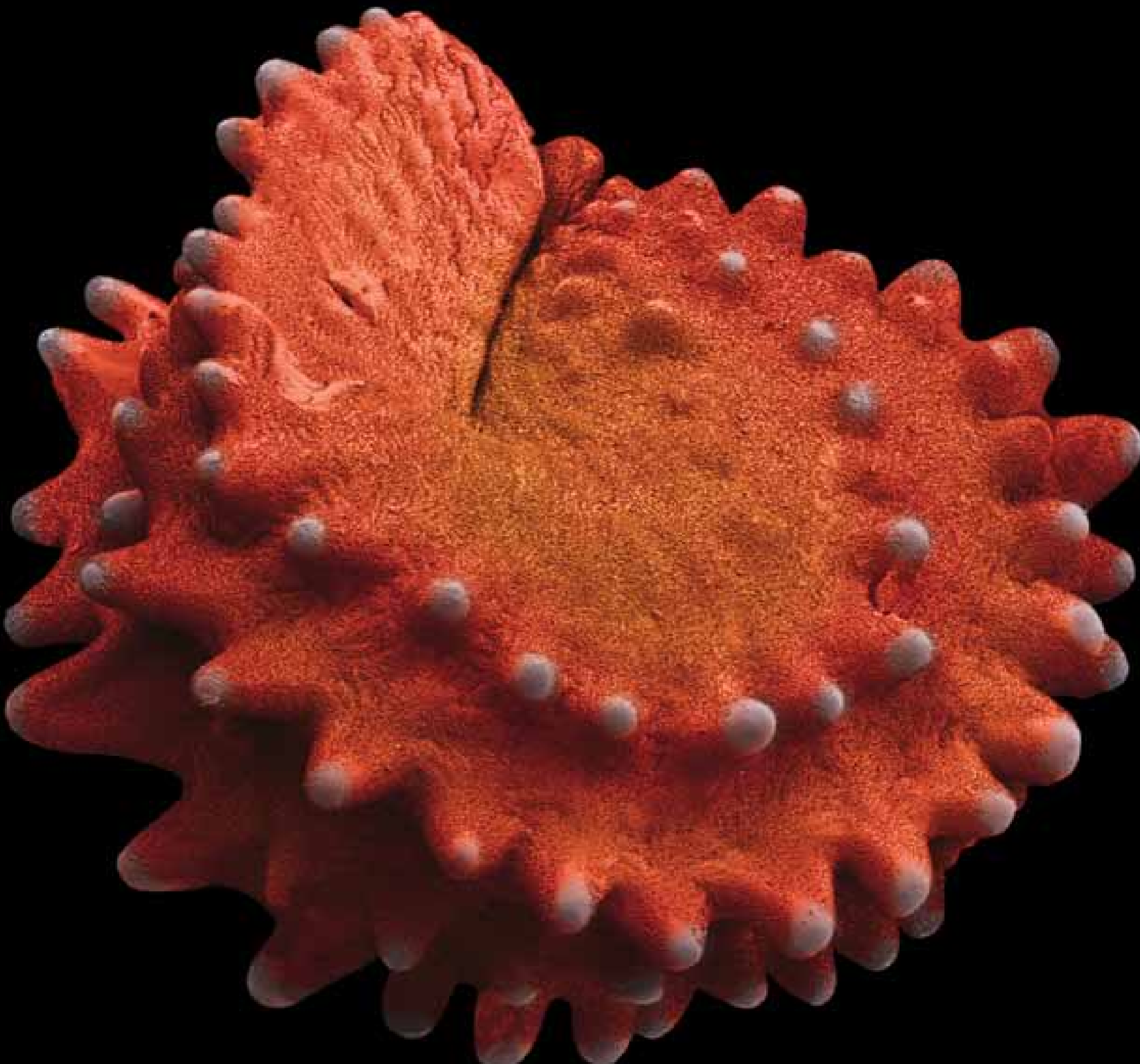


الصفحة المقابلة: داونلند غريدشل، متحف ويلد وداونلند، غرب سَسكس، إدوارد كَلّينان مهندسون.

دلفينيوم برغرينوم (حوذانيّات)- عائق/دلفينيون؛ موطنه الأصلي منطقة المتوسّط- بذرة منتشرة بوساطة الريح تغطّيها صُفيحات شبيهة بالورق تنظم لولبيًّا حول المحور الطولاني؛ يبلغ قطر البذرة 1.2 مم.







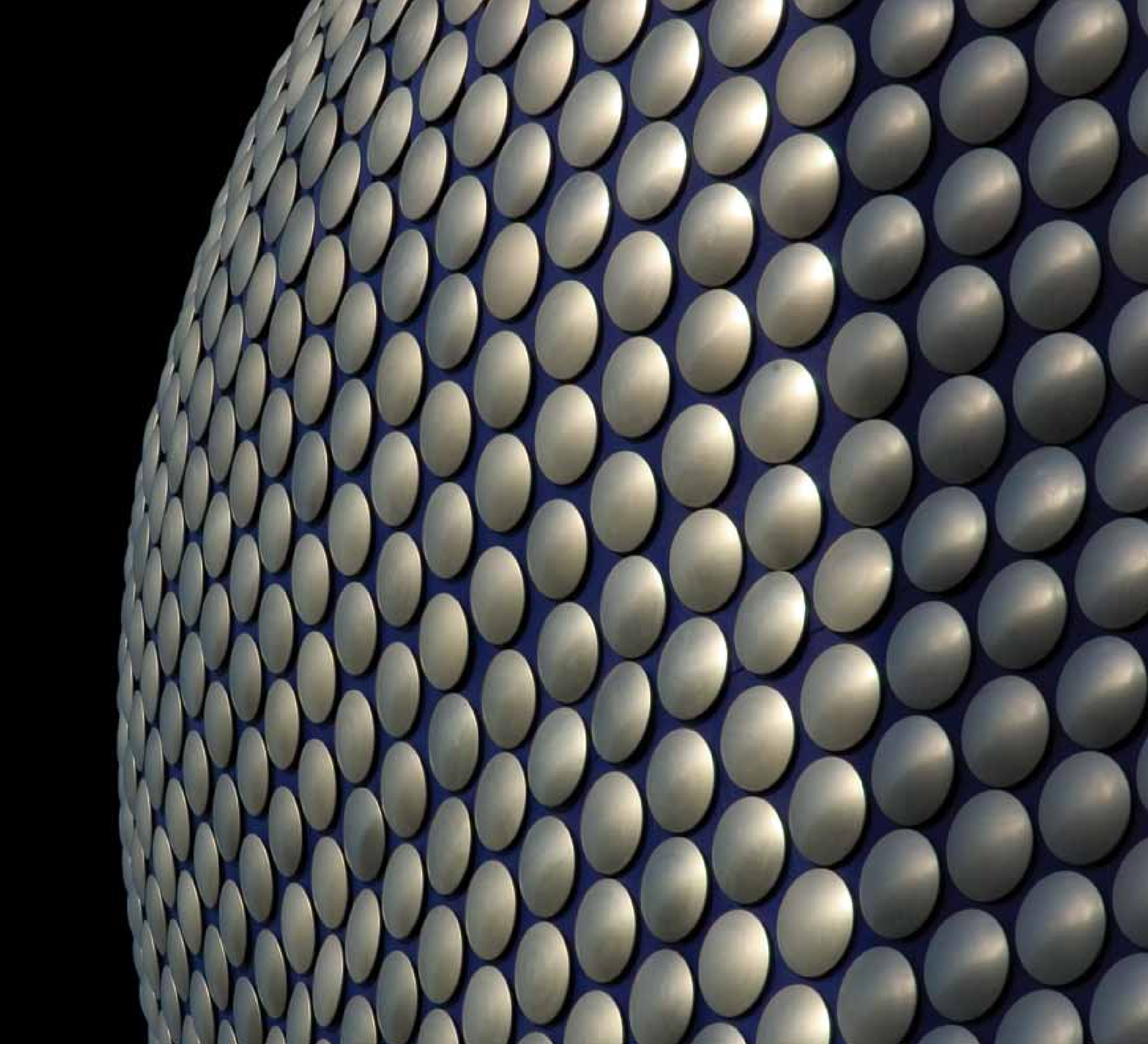
برينيا تتراغونا (أيزونيّات)- جُمعت في جنوب أفريقيا، مقاطعة الكاب- بذرة؛ مثلما نجد نموذجيًّا في فصيلة نبات الحجر، تُطرح البذرة من جراء تتفتّح وفقًا لمستويات الرطوبة لكنها تُظهر أشكالاً بارزة للعيان.

الصفحة المقابلة: الدرج الداخلي في «ذي مونومنت»، لندن؛ شيّده سير كريستوفر رِن (1632–1723) بين عامَيّ 1671 و1679.



الصفحة المقابلة: مشروع إيدن، كورنوال، نيكولس غريمشو وشركاه.
فوليستوما أوريتوم (حمحميّات)- فولستومة زرقاء/ زهرة الفيستا - جُمعت من ولاية كاليفورنيا ـ الولايات المتحدة ـ بذرة؛ يسمح الشكل الكروي ونمط قرص العسل للبذرة بأن تنفخها الريح على مستوى الأرض أو تجرفها مياه المطر؛ يبلغ قطر البذرة 2.9 مم.







الصفحة المقابلة: سلفريدجز، برمنغهام، فيوتشر سيستمز
غلوتيفيلّوم أوليغوكاربوم (أيزونيّات)- جُمعت في جنوب أفريقيا، غرب الكاب - بذرة؛ مثلما نجد نموذجيًّا في أعضاء فصيلة نبات الحجر، تُطرح بذور هذا النوع من جِراء تتفتّح وفقًا لمستويات الرطوبة؛ تحمل أشكالاً بارزة للعيان لكنها لا تُظهر أي تكيّفات واضحة بطريقة معيّنة من الانتشار؛ يبلغ قطر البذرة 1.2 مم.

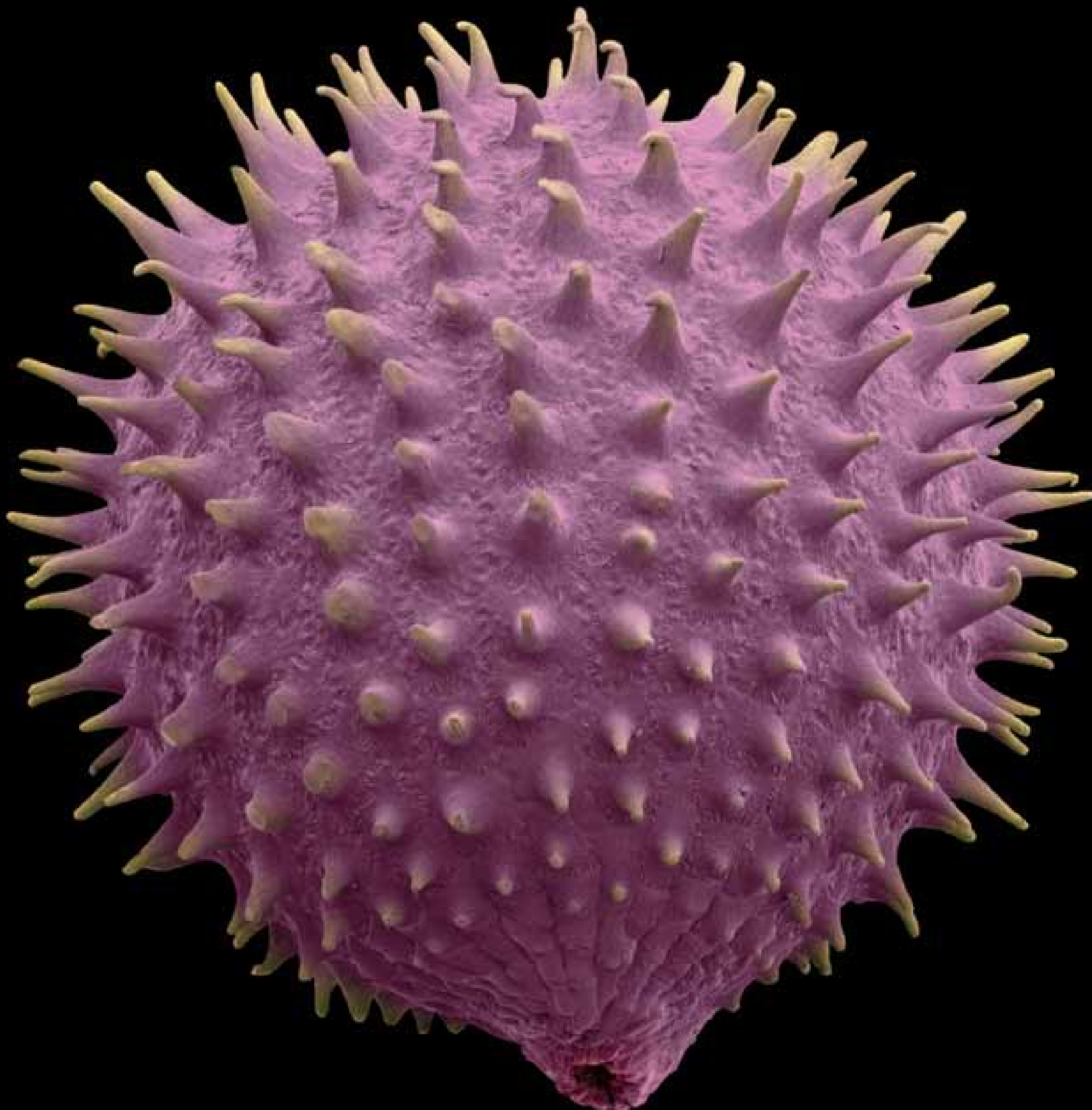




خلايـــا

روب كسيلر

ستلاريا بونجنس (قرنفليّات)- نجميّة شائكة؛ جُمعت في نيو ساوث وايلز، أستراليا- بذرة لا تحمل أي تكيّفات ظاهرة للانتشار لكنها تُظهر النمط السطحي المعقّد الذي نجده نموذجيًّا في فصيلة القرنفل؛ خلايا الغلاف البذري الحُليمية الشكل بعض الشيء تتعشّق مثل قطع أحجية مصوّرة؛ يبلغ قطر البذرة 1.5 مم.



الفرق بين النظر والرؤية ... وضوح رائع

استأنف أرنب آذار قائلاً : «ثم عليك أن تقولي ما تعنين».
فردّت أليس بعجلة : «هذا ما أفعله. على الأقل- على الأقل أعني ما أقول- هذا الشيء نفسه، تعلم.»
قال صانع القبّعات: «ليس الشيء نفسه على الإطلاق! وكأنك تقولين «أرى ما آكل» هو مثل «آكل ما أرى»!»

لويس كارول، مغامرات أليس في بلاد العجائب

هناك تاريخ طويل ومجيد للحافز الذي يدفعنا إلى تصوير الأزهار والنباتات المحيطة بنا وفهمها. وقد أصبحت هذه النباتات رموزًا قوية التأثير تحمل عددًا كبيرًا من الرسائل، علامات يمكننا أن نبقى عبرها على اتصال بالعالم الطبيعي: يصعب تخيّل جزء من حياتنا لا تمسّه. ومع تطوّر الدراسة المنهجية للنباتات، تطوّرت أيضًا المواقف حيال تصوير النباتات، التي نشرت بطريقتها الخاصة نوعًا معقّدًا ونابضًا بالحياة من الانتقاد، مليئًا بالآراء والمواقف المتناقضة التي تعكس مواقف متباينة ضمن مجالي الفن والعلم.

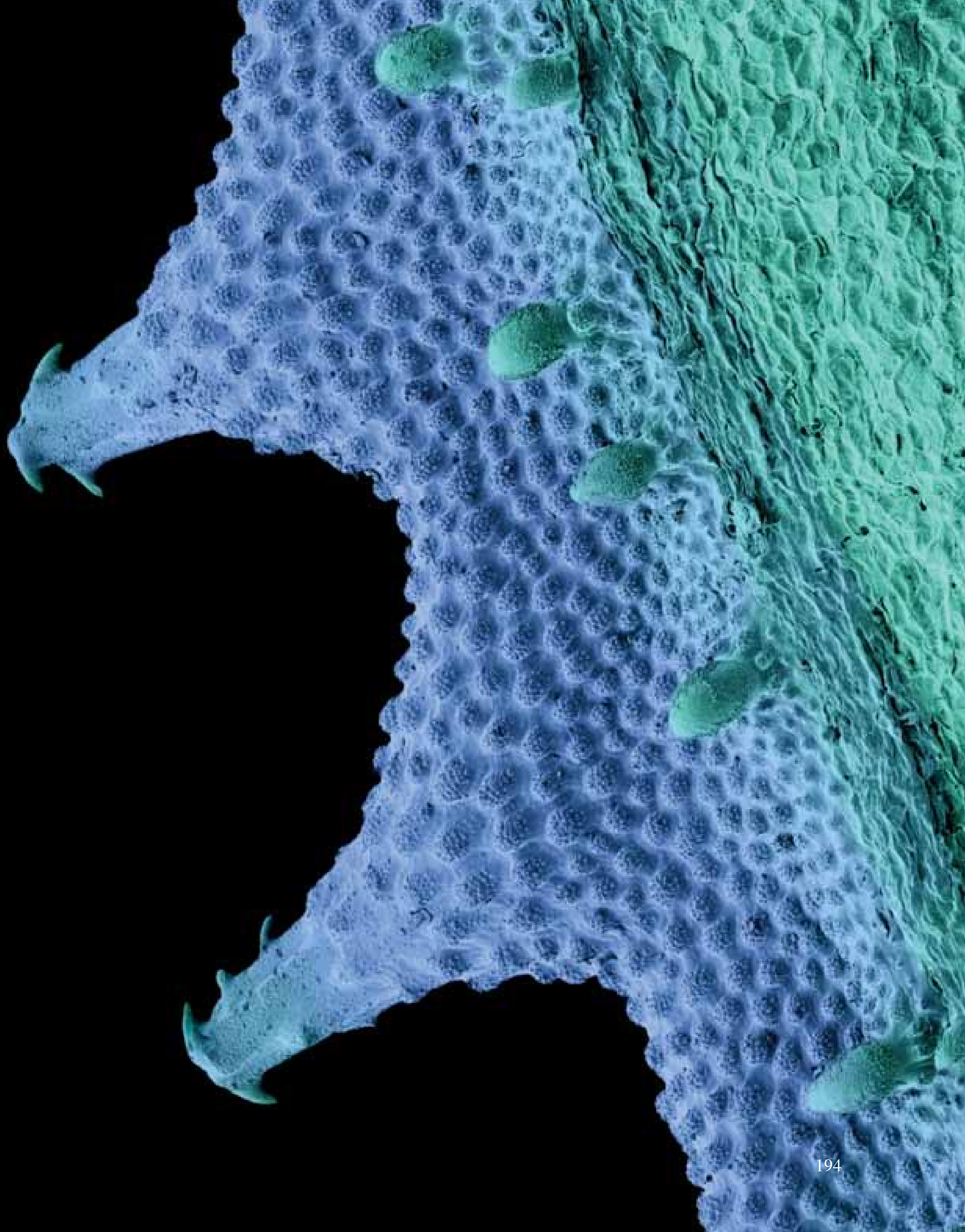
في عالم فن التزيين بالصور الإيضاحية عبارة بغيضة. يوحي بنسخ مقلّد للواقع. ويُعدّ أنه ينتمي إلى العالم العملي. ونعلم جميعًا أن الفن يكون في أفضل أحواله عندما يسمو فوق العملانية- عندما يكون باختصار عديم الجدوى14.

لا تمسّ الصور التوضيحية النباتية الفن بشيء يُذكر، لكنها، في المقابل، تنتمي إلى عالم العلوم. فالاعتبارات الجمالية غير مناسبة البتّة، والجمال تأثير جانبي سارّ لكنه غير متصل البتة بالموضوع15.

بغضّ النظر عن أن هذين التصريحين مسيئان جدًّا للفنّانين المعنيين، يبدو أيضًا أنهما يعنيان ضمنًا أن ليس للعمل شرعية إلاّ في الجماعة المباشرة التي خُلق من أجلها. والواقع أن التنوع المذهل للفن النباتي كان مسؤولاً عن خلق جمهور جديد وإلهامه وإعلامه، عاكسًا مُثُل المجتمعات التي خُلق فيها وتطلّعاتها. وما تبيّنه هذه التعليقات هو أن لكل فرع من المعرفة جوانبه المحظورة وطرق عمل متفقًا عليها، يوحي الإجماع العام بألاّ نخطو خطوة واحدة خارجها، حتى ضمن عالم الفن حيث يُستمدّ الفخر من تدمير القواعد.

الصفحة المقابلة: تولميا منزينسي (كاسرات الحجر)- تولمية؛ جُمعت في ولاية أوريغون، الولايات المتحدة- تُطرح البذرة الشوكية من جراء ولا تحمل أي تكيّفات ظاهرة بطريقة معيّنة من الانتشار؛ غير أن سطحها الشائك يمكنه أن يتشابك بفرو حيوان أو يمكن للبذرة الكروية أن تُجرف على الأرض بوساطة الريح أو مياه الأمطار؛ يبلغ قطر البذرة 0.6 مم.





اللغات التي ولّدها الفن المعاصر والطبيعة لغات معقّدة ودوريّة. ولكن، على الرغم من أنه أصبح من المعترف به اليوم أن اختبارنا للطبيعة يتم بوساطة ثقافتنا، فإن من المهم ألاّ يغيب هدف هذه الوساطة عن بالنا. ويمكن لمعالجة موضوع طبيعة الطبيعة أن يكون عملية حاتّة، مثل نسخة فوتوغرافية عن نسخة فوتوغرافية؛ يمكنها أن تفسد إلى حدّ أن الصورة تكون موجودة لكنّ التفاصيل تزول. إن الفرق بين رؤية ما يمكنك أكله وأكل ما يمكنك رؤيته تمييز شديد الأهمية. وإن غريزة الإنسان التي تجعله يميّز بين ما هو صالح للأكل وما هو سام، بين العدو والفريسة، أداة تطوّرية غريزية ضرورية للبقاء. غير أن إيقاع الحياة الحالي وسرعة التغيير وتنوّع الأشياء والصور التي تمرّ أمام أعيننا قد تطوّرت إلى وخم بصري غامر، يتطلّب منا أن نصبح ماهرين في التعرّف فورًا إليها واستيعابها وتصنيفها. فهل أصبحنا الآن خبراء في التعرّف إلى الأشياء على حساب فهمٍ وتقديرٍ أكثر تبصّرًا ينشأ من درس مركّز لمطلق أي موضوع؟ هل تنازل المجتمع عن تلك المسؤولية إلى «الخبراء» بأنظمتهم التصنيفية والجينية المنطقية المستخدمة لتعيين النوع والتصنيف؟

فلنأخذ مثلاً نبتة حوذان حرّيف/زر الذهب (رانونكولوس أكريس) شائعة، يمكن التعرّف إليها بسهولة في الحقول. سيقول لنا الخبير إن الفصيلة التي ينتمي إليها الحوذان الحرّيف (حوذانيّات) هي نبات مزهر بدائي لا يمكن تحديده بسهولة من الناحية النشوئية التطوّرية ويضم أكثر من ثلاثين ضربًا برّيًّا مختلفًا في المملكة المتحدة، لا تشمل الحوذان فحسب، بل أيضًا الحوذان اللساني والخَرْبَق والحوذان المائي وزهرة الفصح والشقّار الجبلي والحوضية/الأنقولية وظَيّان السياج. في المقابل، قد يثير اسمه عند غير الخبير ذكريات من الطفولة حيث قطف الأزهار الصفراء الشبيهة بالأزرار لكنّه مع ذلك، قد يجد الكثير من الصعوبة في إعطاء عدد البتلات التي يحملها.

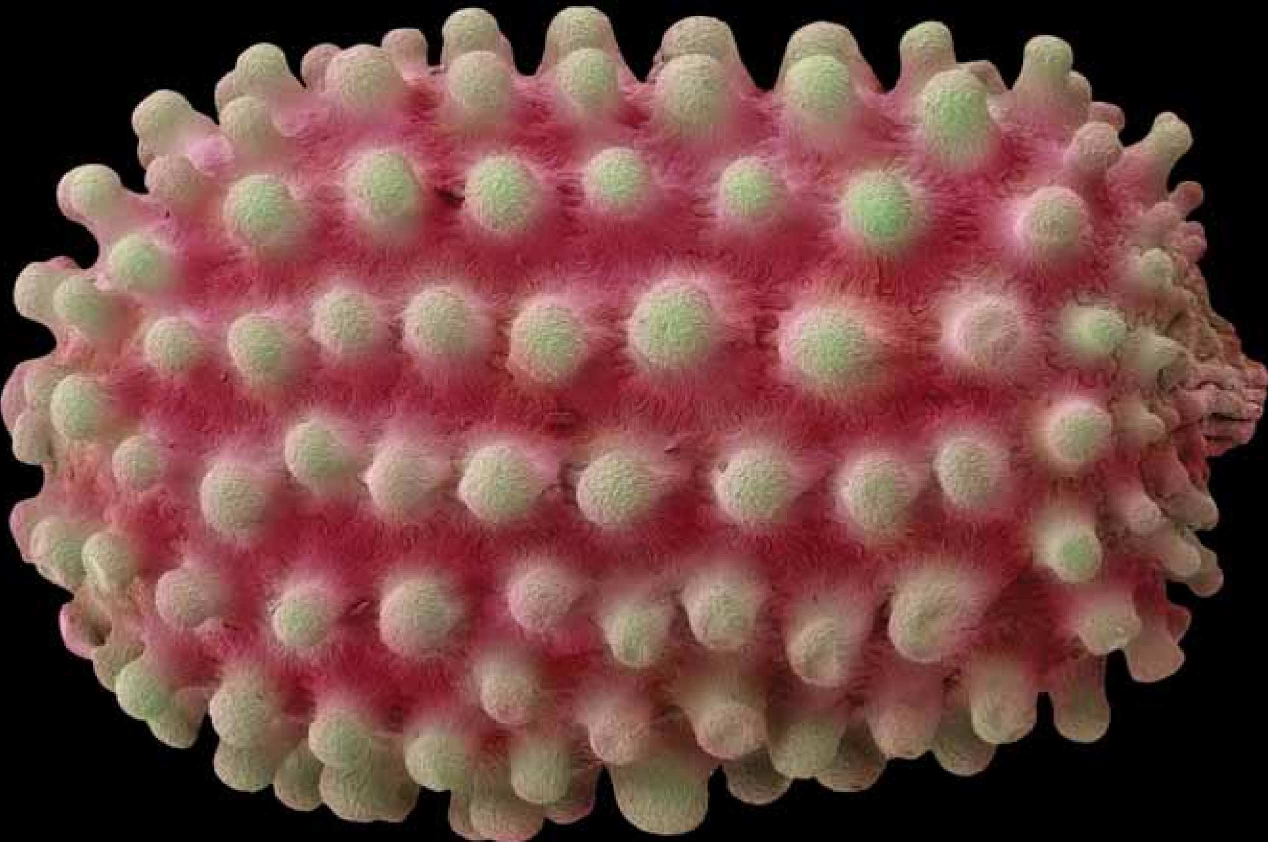
في عملنا على هذا الكتاب صرفنا ساعات طوالاً في دراسة تعقيدات البذور البالغة الصغر، التي تم تكبيرها كثيرًا بوساطة مجهر إلكتروني ماسح. ولدى استخدام مثل هذه الأداة فإن التنوّع في شكل البذور وتعقيدها البنيوي يبدو مذهلًا: ومن الصعب فهم وجود مثل هذه التفاصيل على مثل هذا المقياس البالغ الصغر ولا يمكننا إلاّ أن نُعجب بالتكنولوجيا التي تجعل ذلك ممكنًا. تحتاج العودة إلى دراسة النباتات والأزهار التي جُمعت منها البذور إلى فحص مركّز ويدرك المرء عند قيامه بذلك تطوّر تكنولوجيّاتنا البصرية وقدرتها. فيوضع الفرق بين النظر والرؤية في البؤرة تمامًا.

تم تصوّر طريقة توليد صور هذا الكتاب بحيث تحيي روح النظر. تقوم الصور المكبّرة للأزهار الأصلية بوضعها في منظور فوق واقعي من أجل تشجيع قارئ هذا الكتاب على النظر مجدّدًا إلى الزهرة المألوفة، سواء كانت عشبة ضارّة على جانب الطريق أو باقة من عند بائع الزهور. وتحت المجهر الإلكتروني الماسح تشغّل التكنولوجيا سحرها لكنّها تقدّم لنا صورة بالأبيض والأسود، يتم



تريكودسما أفريكانوس (حمحميّات)- جُمعت في المملكة العربية السعودية- جُويزة أحادية البذرة بطول 3.9 مم (بما في ذلك الأشواك).

الصفحة المقابلة: صورة تفصيلية للسطح تُظهر الاستراتيجية الأكثر شيوعًا وفاعلية لضمان الانتشار على حيوان، أي تغطية سطح الدياسبور بأشواك مسنّنة أو عقائف. على غرار الكثير من أعضاء فصيلة الحمحم، يتفصّص مبيض تريكودسما عميقًا إلى أربعة فصوص وينشقّ عند نضجه إلى أربع جُويزات أحادية البذرة.



تلوينها في ما بعد. وغالبًا ما يثير ذلك السؤال التالي: «هل هذا هو لون البذرة الحقيقي؟»، والجواب هو كلا. فكيف يتم إذًا اختيار اللون؟ ولماذا؟

من غير الغوص عميقًا في المسألة الفلسفية المحيّرة التي تتمثّل في تحديد ماهية اللون، من المفيد أن نتذكّر أنه عندما ننظر إلى زهرة فإننا لا نراها مثلما تراها الحشرة. لقد طوّرت الأزهار استراتيجيّات معقّدة لضمان اجتذابها الحيوانات الملقِّحة الملائمة، عبر الرائحة والتقليد المورفولوجي والتشفير اللوني وأنماط الأشكال. ويتمتّع معظم الحشرات بحساسية أكبر للألوان في الطرف الأزرق من الطيف وهي قادرة على كشف الألوان فوق البنفسجية، ما يُظهر الأنماط التي توجّه الحشرة إلى أجزاء الزهرة الحاملة للقاح مثل الطائرة التي تقودها أنوار المدرج في الليل فتهبط بأمان.

عملنا معًا كفنّان وعالم بالافتتان نفسه المشترك بالبذور، وكذلك بالنباتات التي جمعناها منها، واستخدمنا نحن أيضًا استراتيجيّات مختلفة لنضمن اجتذاب موضوعنا لأكبر عدد ممكن من «الزوّار». في الشروط العادية، يقتصر البحث العلمي على مقاربة منهاجية مركّزة جدًّا، ولكن في هذه الحالة اخترنا عيّناتنا بغرض خاص هو كشف الأشكال المتطرّفة. ونظرًا إلى مدى حيوية التنوّع الأحيائي ضمن أنظمتنا البيئية بالنسبة إلى استمرار وجود الإنسان، فإننا نُعدّ إعلان هذا التنوّع وإظهاره أمرًا مهمًّا. لقد رُتِّبت العيّنات المختارة وصوِّرت من أجل إظهار خاصيّاتها المورفولوجية بوضوح عميق ورائع. وأضيفت الألوان إلى هذه الصور الرمادية، وهو تدخّل لوني مستوحىً في الغالب من تدرّج لون الزهرة الأصلي، وهو مزيج دقيق يذكّر بالطبعات المنجزة بالحفر الضوئي والملوّنة باليد تلوينًا خفيفًا، ما يضفي على الصور مسحة غامضة تجعلها تبدو من عالم آخر وتحوّل المشاهد من شخص ينظر فقط إلى شخص يرى ويريد أن يعرف المزيد. يرشد اللون العين ويحفّز الاستعلام لتنشيط ما يشير إليه مارك غيبسون بـ «مخيّلة التشابه»[16] عبر التحام كلي بين الممارسات العلمية والفنية المعاصرة. وهكذا نأمل بإعادة إحياء أهمية التعاون بين الفنّانين وعلماء النبات، وهي أهمية سلّط عليها الدكتور ت.ج. ديفي الضوء بإيجاز في مقالته: «الجمال الطبيعي من دون ماورائيات»[17]

من أجل أن يتابع الفن هذه المهمة التقليدية المتمثّلة في جعل الطبيعة متاحة جماليًّا لجمهور أعرض، من الضروري تأمين ثلاثة أشياء على الأقلّ: أولاً، تحتاج الطبيعة إلى وساطة مع الجمهور لأن الجمهور لا يمكنه تقديرها من دون مساعدة؛ ثانيًا، يجب ألاّ يكون الفن الذي يعمل كوسيط للطبيعة شكليًّا ومجرّدًا في نواياه على نحو صارم ومتواصل؛ ثالثًا، ينبغي أن تكون الطبيعة متاحة للفنّان كموضوع دراسة.

الصفحة المقابلة: كراسولا بلّوسيدا (مُخَلَّدات)- جُمعت في جنوب أفريقيا – بذرة من دون تكيّفات واضحة على الانتشار لكنها تُظهر نمطًا سطحيًّا معقّدًا ناجمًا عن نشوء حُليمات من مركز كل خلية من البشرة الغدفية؛ يعيّن النمط المعقّد من الخطوط المتموّجة بين الحليمات حدود خلايا البشرة الغدفية؛ يبلغ طول البذرة 0.8 مم.

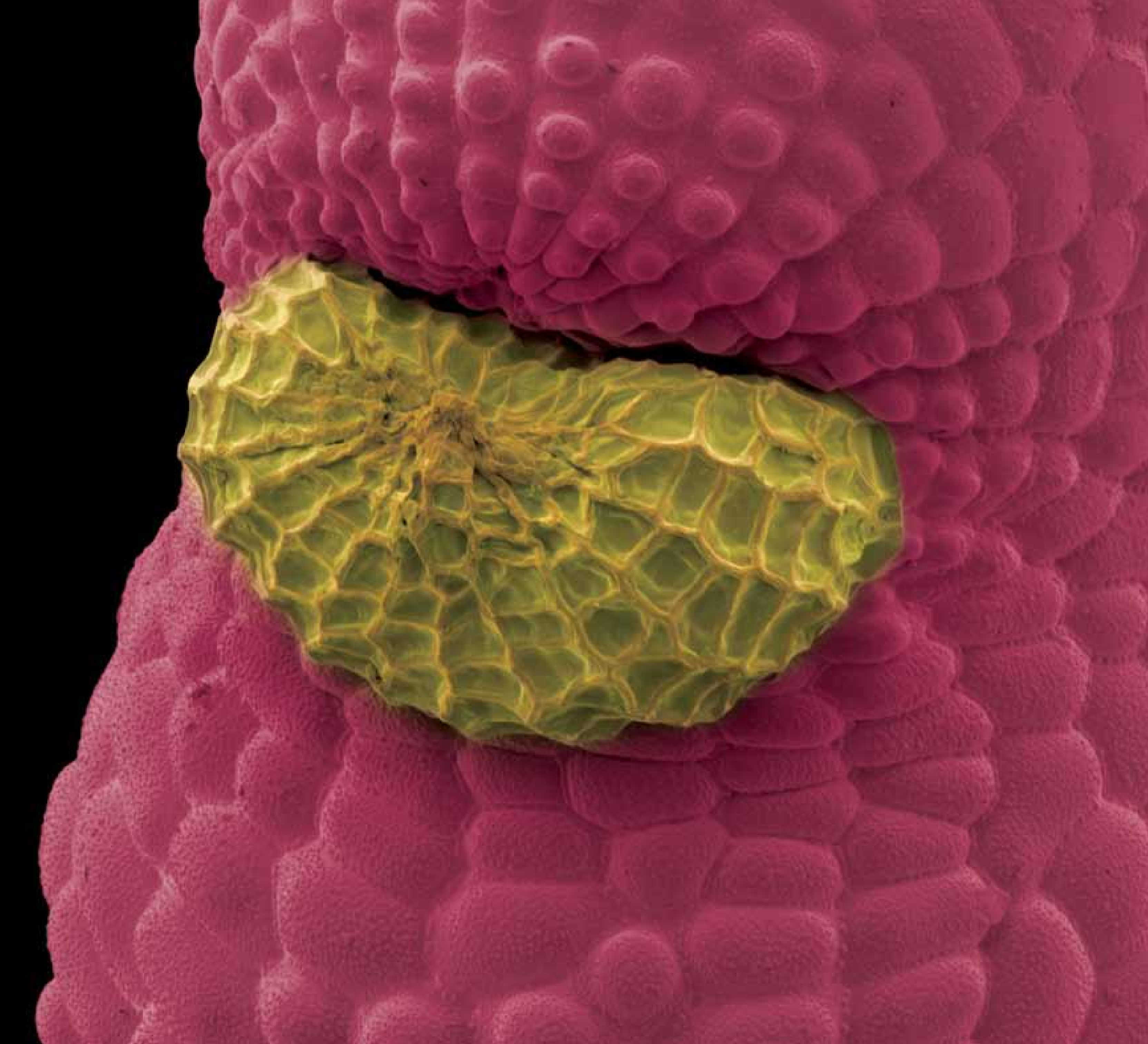
كراسولا بلّوسيدا، نويع مرجيناليس (مُخَلَّدات)- موطنها الأصلي جنوب أفريقيا- براعم زهرية.

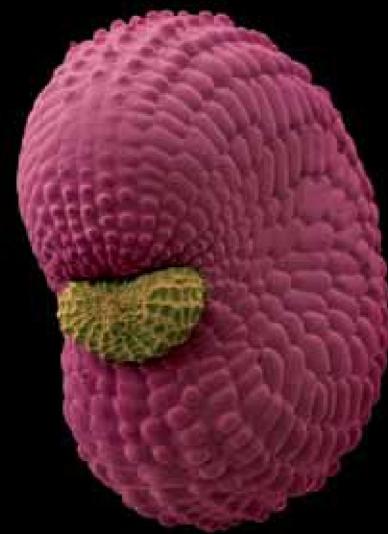


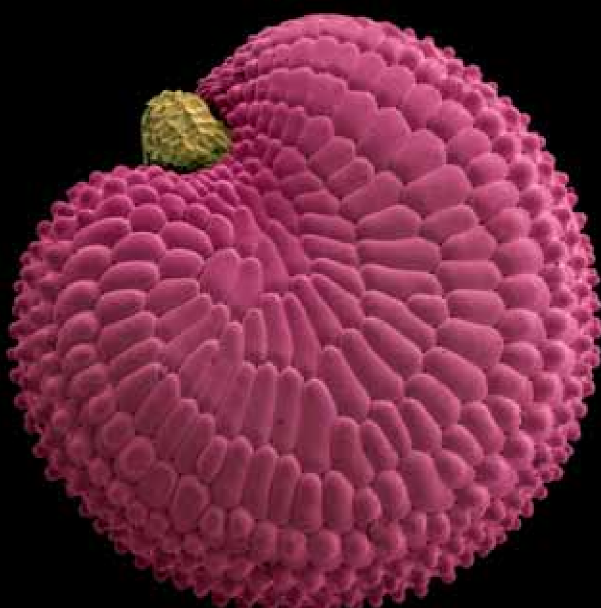


سكوتلاريا غاليريكولاتا (شفويّات)- دَرَقة شائعة؛ جُمعت في المملكة المتحدة- جُويزة أحادية البذرة؛ هذا النوع نبات نموذجي في فصيلة الشفويّات ويحمل مبيضًا مفصّصًا عميقًا إلى أربعة فصوص، ينشقّ إلى أربع جُويزات أحادية البذرة. السطح الحليمي مجهّز بغدد دهنية (بالأصفر)؛ يبلغ طول الجويزة 1.6 مم.





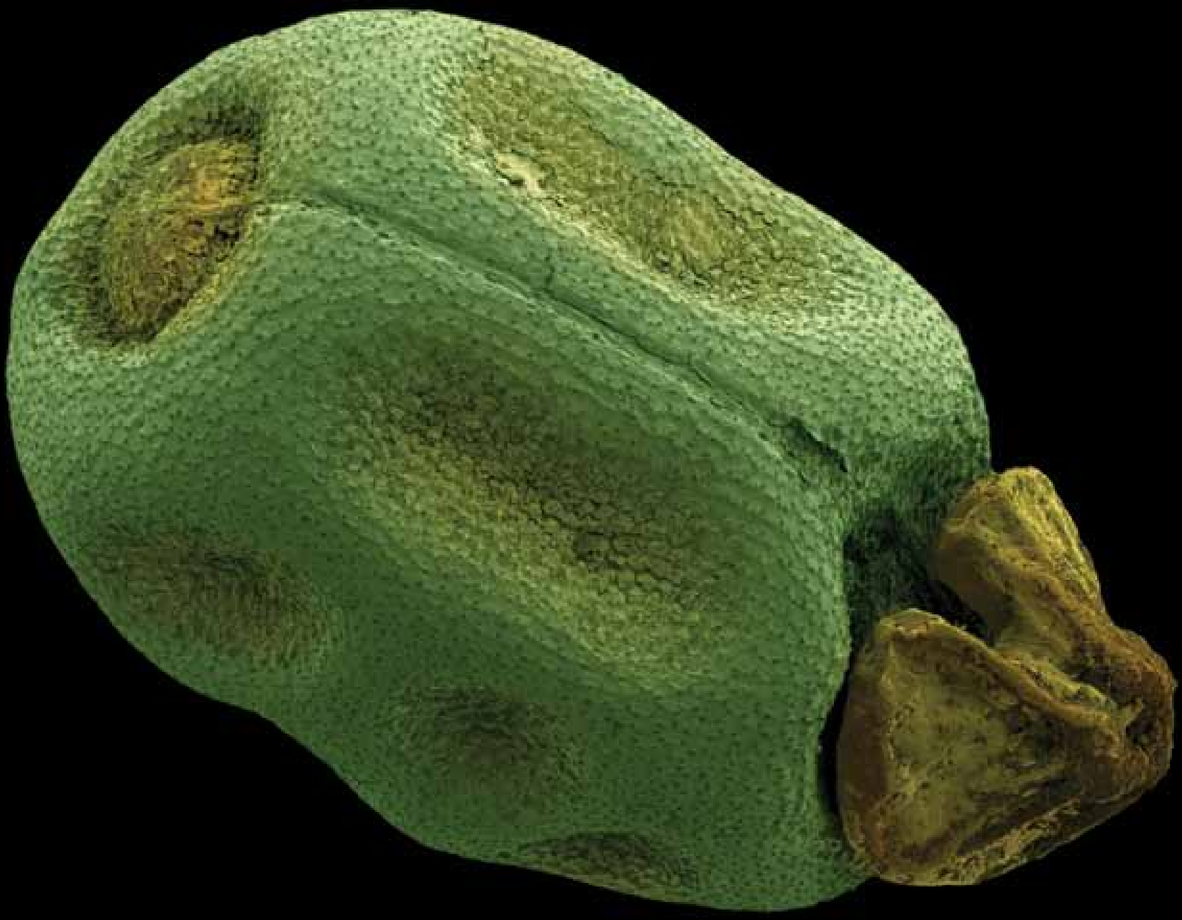




كلندرينا اريمايا (رِجليّات)- رِجلة معرِّشة؛ جُمعت في جنوب أستراليا- تُطرح البذرة من جرو وليس لها أي تكيّفات ظاهرة على طريقة معيّنة من الانتشار. قد يعمل الانتفاخ البارز عند النقير (أصفر) كجسم دهني لاجتذاب النمل لكنّ قوامه ولونه الطبيعي (أسود) يشيران إلى أنه من المرجح زائدة بدائية صالحة للأكل فقدت وظيفتها؛ يبلغ قطر البذرة 0.56 مم.



نوع أوفوربيا (فربيونيّات)- فربيون؛ جُمع في لبنان- يبلغ طول البذرة 3 مم.



أوفوربيا ببلوس (فربيونيّات)- فربيون ببلوس؛ جُمعت في المملكة المتحدة؛ يبلغ طول البذرة بطول 1.66 مم- تحمل عادة بذور الفربيون زائدة صالحة للأكل (جسم دهني) لاجتذاب النمل. في الفصيلة كلها تتشكّل الزوائد الصالحة للأكل من انتفاخ للغشاء الخارجي حول البُويب (فتحة الغشاء الخارجي) تدوم القناة البُويبية المركزية وغالبًا ما تكون لا تزال مرئية في البذرة الناضجة.





ابوتيلون أنغولاتوم (خبّازيّات)- جُمعت في بوتسوانا- بذرة لا تحمل أي تكيّفات ظاهرة على طريقة معيّنة من الانتشار؛ لا يزال جزء من السرّ معلّقًا بالبذرة؛ يبلغ طول البذرة 2.4 مم.

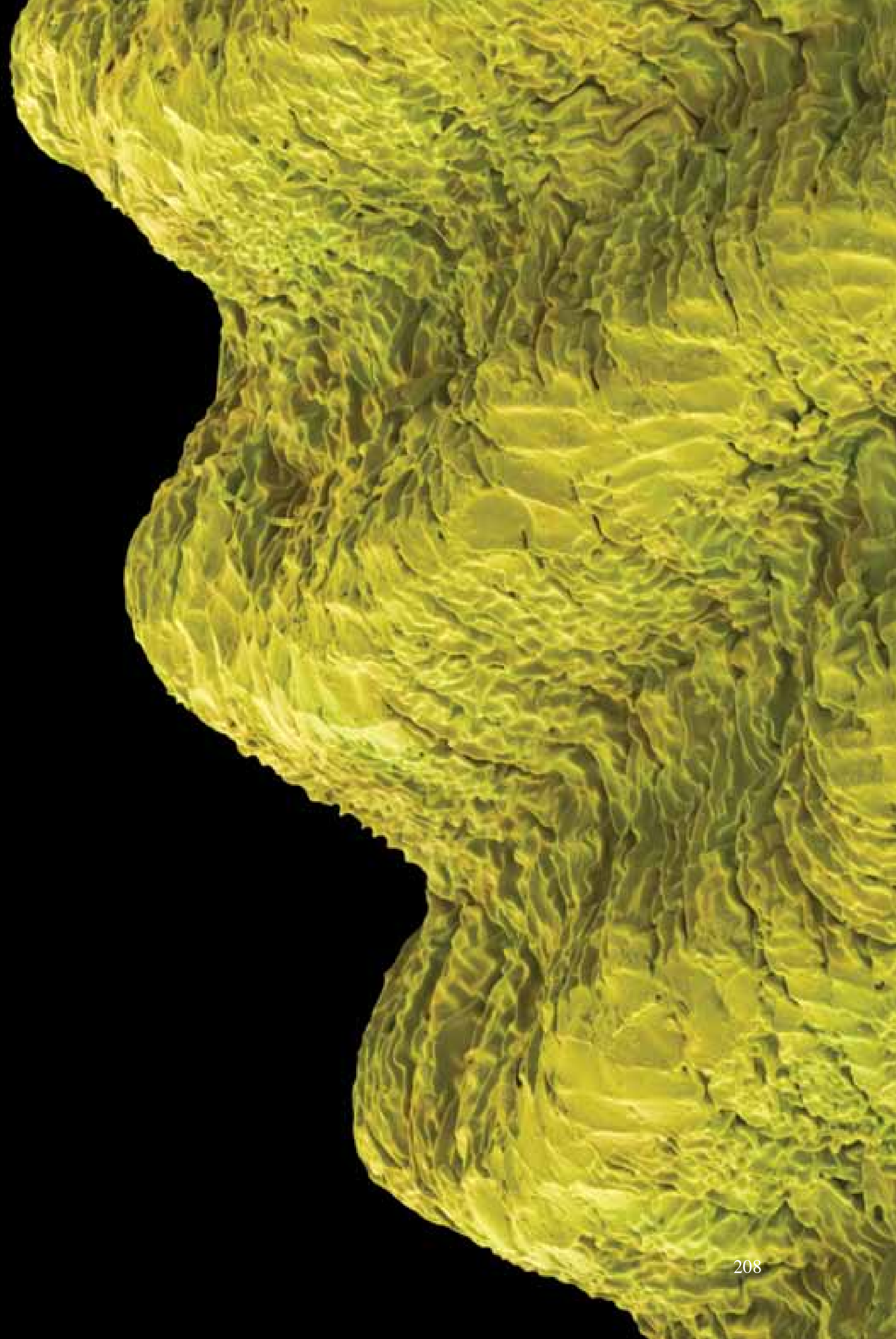
الصفحة المقابلة: نوع زراعي من أبوتيلون بيكتوم (خبّازيّات)- زهرة.



ألسيا باليدا (خبّازيّات)- خطمي شاحب؛ موطنه الأصلي وسط أوروبا الشرقية وجنوبها- ثُميرة مستقلة؛ يبلغ قطر الثُميرة 5.3 مم.

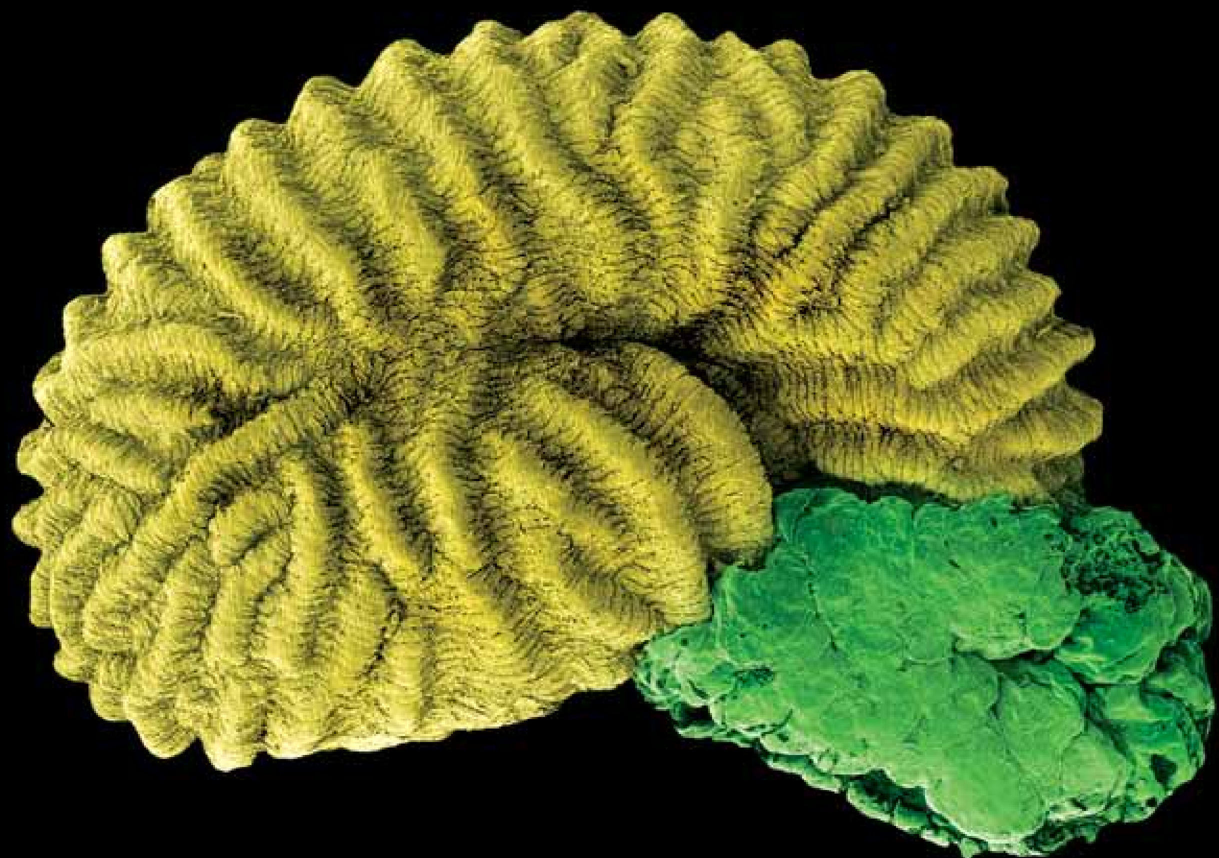
الصفحة المقابلة: ثمرة ناضجة؛ تنشأ الثمرة (المشقَّقة الأخبية) من مبيض متحد الأخبية وتنقسم عند نضجها قطعًا (ثُميرات) أحادية البذرة، توازي كل منها خباءً واحدًا.





الصفحة المقابلة: كودونوكاربوس كوتينيفوليوس (جيروستمينيّات) حور فراتي أو صحراوي؛ جُمعت في غرب أستراليا – بذرة مزوّدة بجسم دهني للمساعدة على الانتشار بوساطة النمل؛ يبلغ طول البذرة (بما في ذلك الجسم الدهني) 2.6 مم.

إلى اليمين: تفصيل من غلاف البذرة.





كالندولا أوفيسيناليس (نجميّات)- آذريون الحدائق؛ نبات حدائق شعبي من أصل غير واضح- زهرة وثمرة (فقيرة) تختلف الثمار المنحنية التي يحملها هذا النوع اختلافًا كبيرًا في الحجم والشكل. وهناك ثلاثة أنواع مختلفة من الثمار في الرأس البذري نفسه، وهي ظاهرة تُعرف باختلاف الثمر (هتيروكاربي، من اليونانية هتيروس = مختلف + كاربوس = ثمرة). تتكيف الثمار الخارجية الكبيرة الشائكة بكل من الانتشار الريحي والحيواني؛ أما الثمار الموجودة في الوسط فهي بشكل ملعقة وتتكيف بكل من الانتشار الريحي والمائي؛ وتشبه الثمار الداخلية (الظاهرة في الصورة) الديدان أو يرقانات الحشرات، ربّما لخداع الطيور لكي تنتزعها بمنقارها؛ يبلغ طول الثمرة الظاهرة في الصورة 3.9 مم.





شيكوريوم إنتيبوس (نجميّات)- هندباء برّية؛ جُمعت في المملكة المتحدة- زهرة وثمرة (فقيرة مع مظلّة بدائية)- زُرعت الهندباء منذ العصور القديمة لأوراقها الصالحة للأكل التي تُغطّس عادة في الماء الغالي من أجل تخفيف مرارتها. في أوروبا، وخلال الحصار الذي فرضه نابوليون، كانت جذور الهندباء تُستخدم كبديل عن البن؛ يبلغ طول البذرة 2.4 مم.



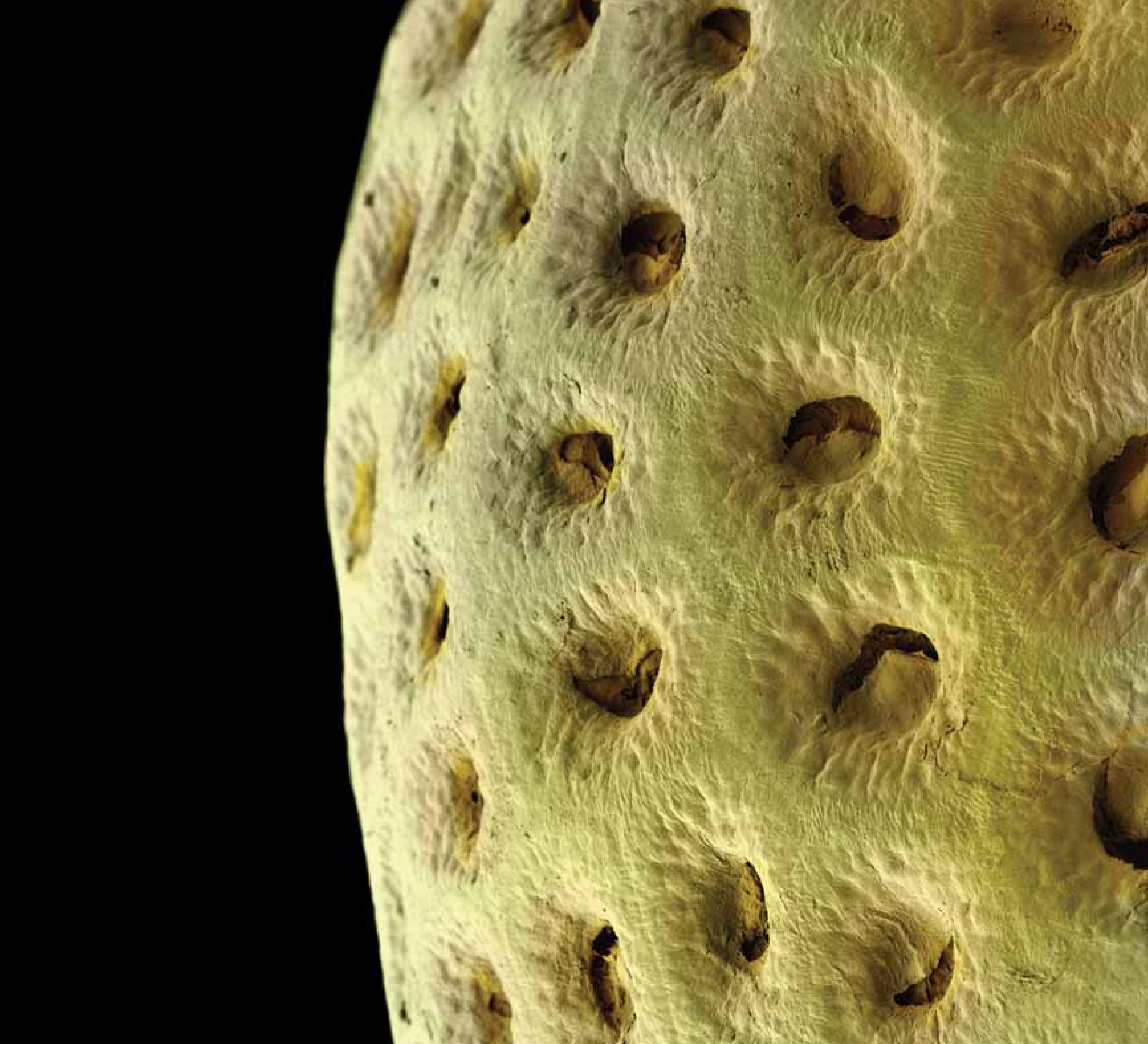






ملوكاكتوس نريي (صبّاريّات)- صبّار معمّم/ عمائمي؛ موطنه الأصلي أميركا الجنوبية - تُحمل البذور في ثمار عنبيّة ولا تُظهر أي تكيّفات واضحة بشكل محدّد من الانتشار؛ يبلغ قطر البذرة 1.3 مم.

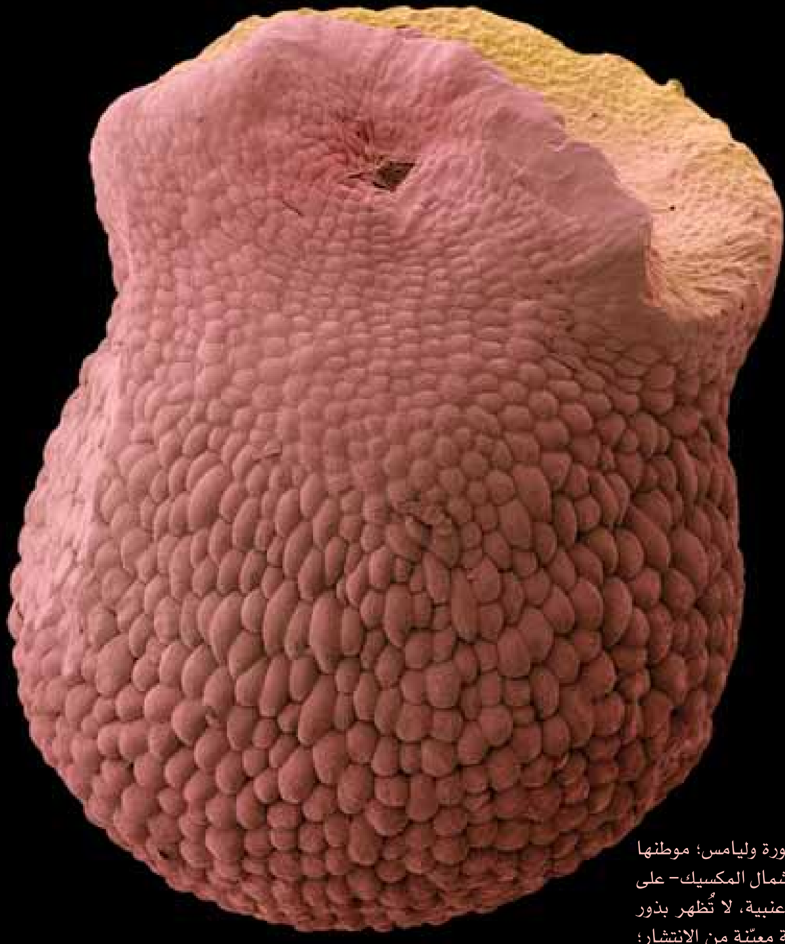
الصفحة المقابلة: قمّة النبتة مع ثمار. أعضاء ملوكاكتوس من بين الصبّاريّات الأكثر سحرًا. ففي حين أن معظم الصبّاريّات لا تغيّر هيئتها في أثناء نضجها، يُنتج ملوكاكتوس (وبعض الأجناس الأخرى) زهرة متخصّصة تحمل رأسًا في القمة عندما تبلغ عمر الإزهار. وما إن يتشكّل الرأس حتى يتوقّف النمو الخضري لجسم النبتة ويستمر الرأس وحده بالنمو وإنتاج الأزهار.





ماميلاّريا ثريزي (صبّاريّات)- موطنها الأصلي المكسيك- بذرة ليس لها تكيّفات ظاهرة بطريقة محدّدة من الانتشار؛ يبلغ طول البذرة 1.5 مم.





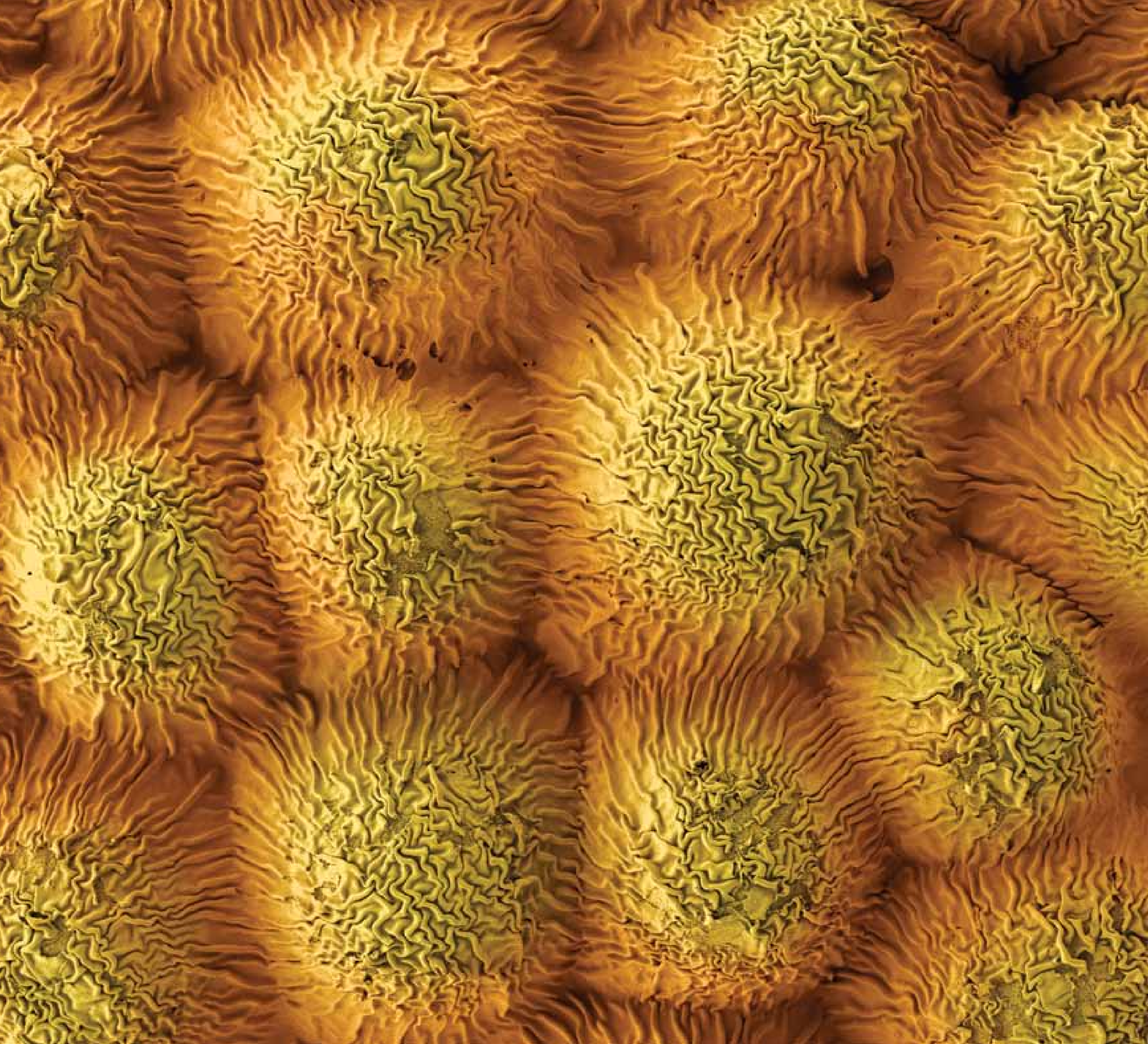
لوفوفورا وليامسي (صبّاريّات)- لوفوفورة وليامس؛ موطنها الأصلي صحراء شيهواهوا في تكساس وشمال المكسيك- على غرار معظم البذور المحمولة في ثمار عنبية، لا تُظهر بذور هذا الصبّار أي تكيّفات واضحة بطريقة معيّنة من الانتشار؛ يبلغ طول البذرة 1.3 مم.

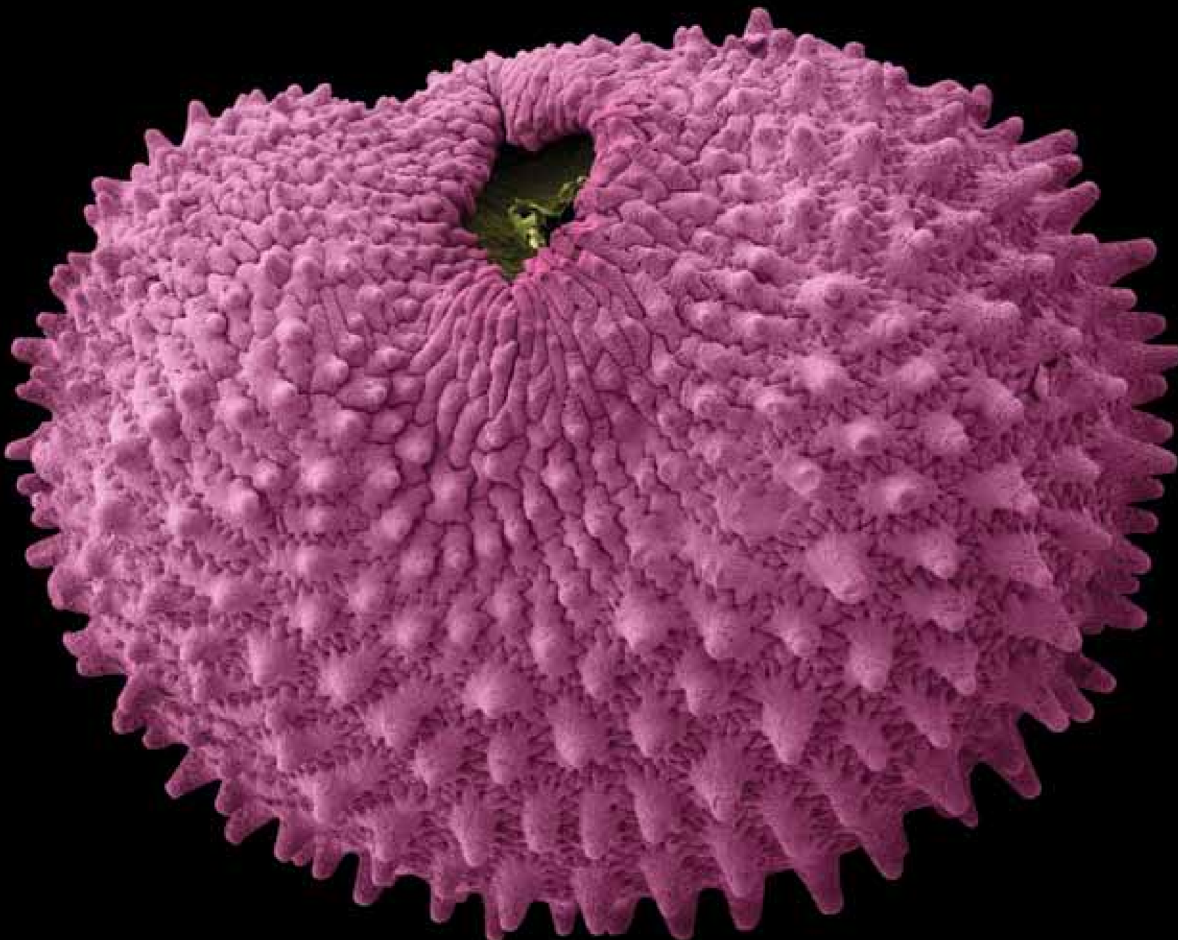
الصفحة المقابلة: تفصيل في غلاف البذرة؛ عند تكبير الغلاف البذري إلى حد بعيد، تُظهر خلاياه نمطًا معقّدًا من التغضّنات الرفيعة المنتظمة؛ وتنتج هذه التغضّنات من انثناء الجُليدة، وهي طبقة شمعية تغطّي غلاف البذرة.



أريوكاربوس رتوسوس (صبّاريّات)- صبّار الحجر الحيّ؛ موطنه الأصلي المكسيك- بذرة؛ تشبه الأنواع الثمانية تقريبًا من الجنس أريوكاربوس الحجارة لتموّه هيئتها وهي من الصبّاريّات الأبطأ نموًّا، إذ غالبًا ما تحتاج إلى عقد من الزمن قبل أن تزهر للمرّة الأولى؛ يبلغ طول البذرة 1.5 مم.

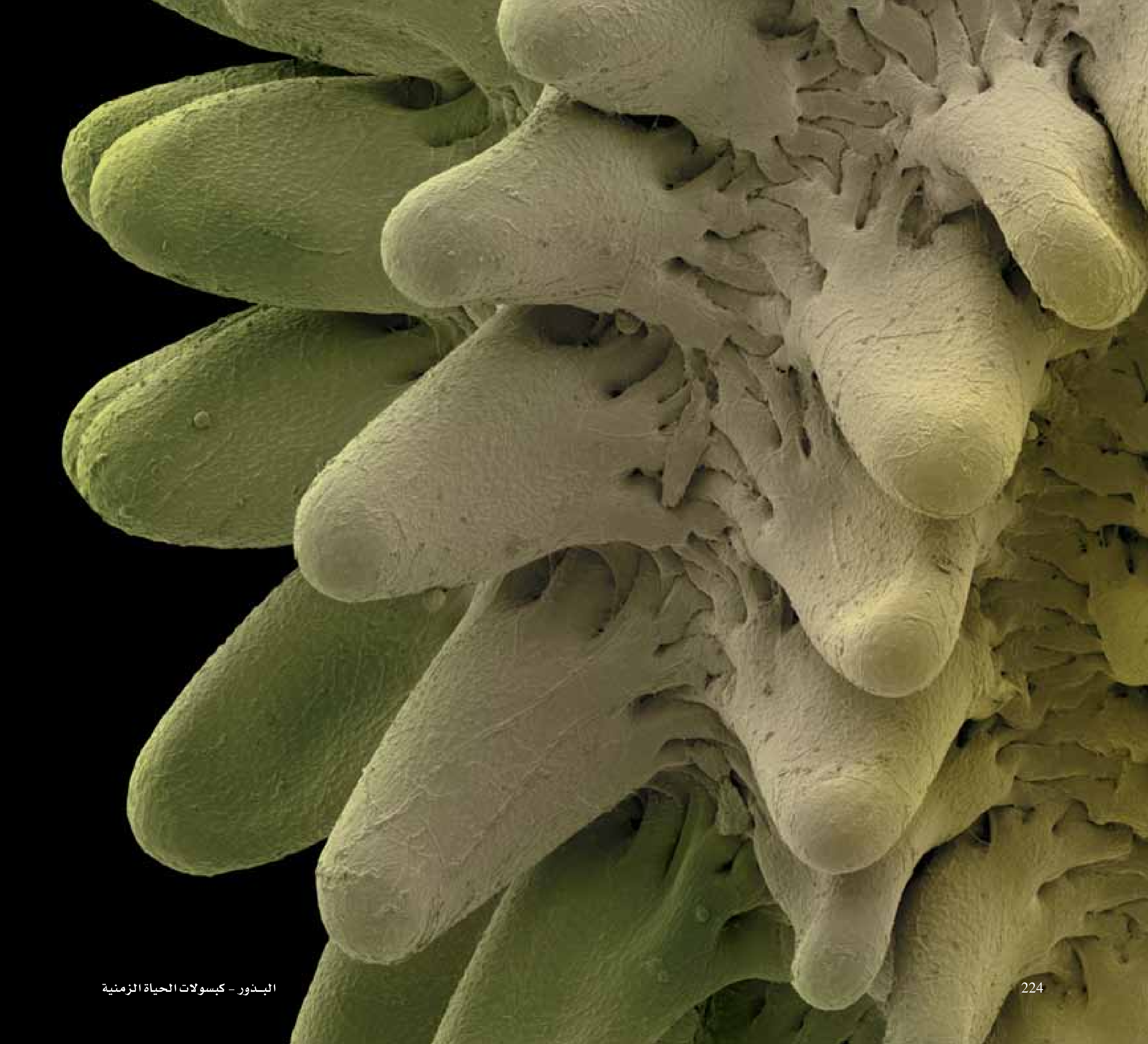
الصفحة المقابلة: تفصيل في غلاف البذرة؛ عند تكبير البذرة إلى درجة بالغة، تُظهر الحليمات المحدّبة، التي تمثّل كل منها خلية واحدة من غلاف البذرة، نمطًا معقّدًا من التغضّنات التي تنتج من انثناء الجُليدة، وهي طبقة شمعية تغطّي غلاف البذرة.

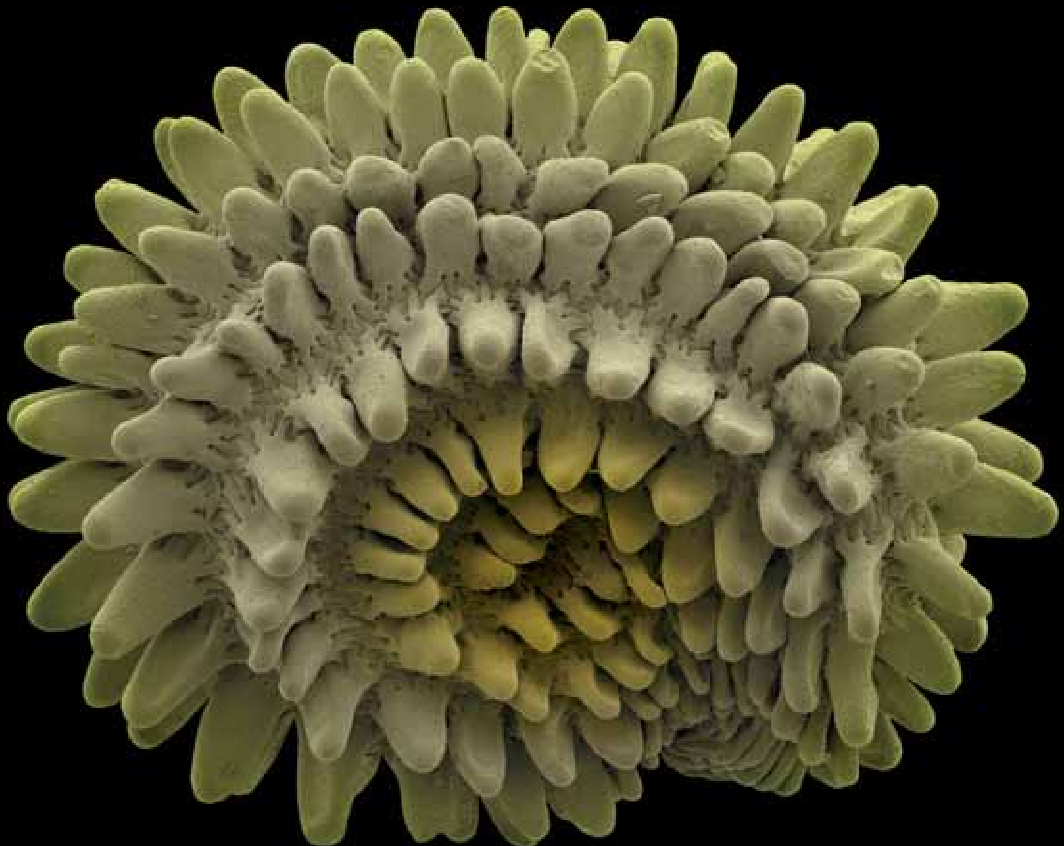




ليكنيس فلوس- كوكولي (قرنفليّات)- زهرة الوقواق / لُخنيس الوقواق؛ جُمعت في المملكة المتحدة- زهرة وبذرة من دون تكيّفات ظاهرة بطريقة معيّنة من الانتشار لكنّها تُظهر النمط السطحي المعقّد الذي نجده نموذجيًّا في فصيلة القرنفل؛ يحدث الانتشار عندما تقذف الجراء البذور خارجًا في أثناء تمايلها مع الريح على سويقاتها المرنة؛ يبلغ طول البذرة 0.9 مم.





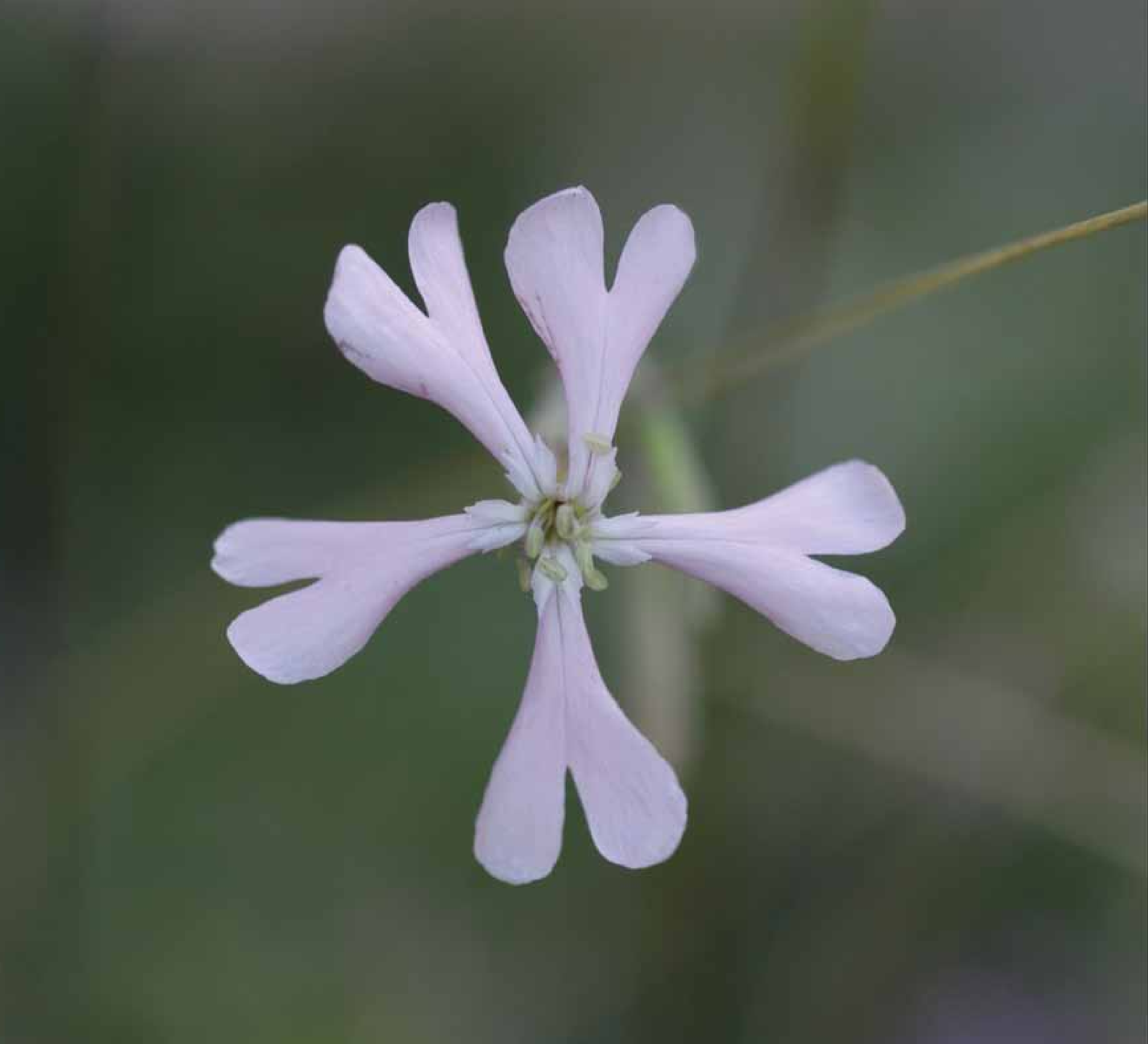


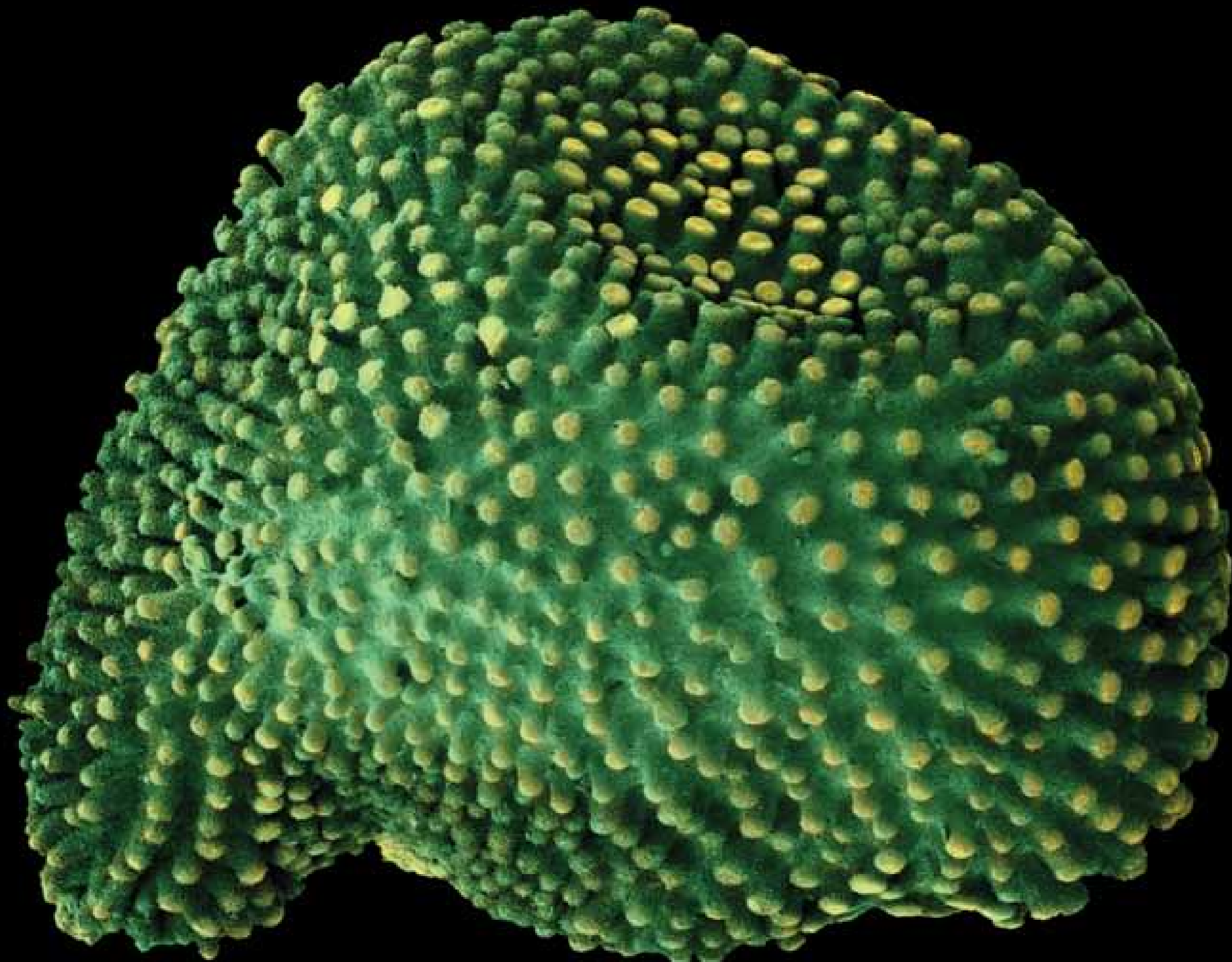
ستلاّريا هولوستيا (قرنفليّات)- نجمية هشّة؛ جُمعت في المملكة المتحدة- يبلغ طول البذرة بطول 2.2 مم.



سيليني غاليكا (قرنفليّات)- سلينوس صغير الأزهار/سلينوس شائع/سلينوس الذباب/سلينوس فرنسي؛ جُمع في اليونان - بذرة من دون تكيّفات واضحة على طريقة معيّنة من الانتشار لكنّها تُظهر النمط السطحي المعقّد الذي نجده نموذجيًّا في فصيلة القرنفل: تتعشّق خلايا الغلاف البذري المحدّبة بعضها مع بعض مثل قطع أحجية مصوّرة. يحدث الانتشار عندما تقذف الجراء بالبذور خارجًا في أثناء تمايلها مع الريح؛ يبلغ طول البذرة 1.5 مم.

الصفحة المقابلة: صورة قريبة لزهرة.





أورثوبتيروم كوغانا (أيزونيّات)- جُمعت في جنوب أفريقيا - بذرة من دون تكيّفات واضحة على طريقة معيّنة من الانتشار. في الحالات الجوية الرطبة، قد يساعد العمل الشّعري للحليمات الهلبية على إبقاء طبقة من الماء حول البذرة.

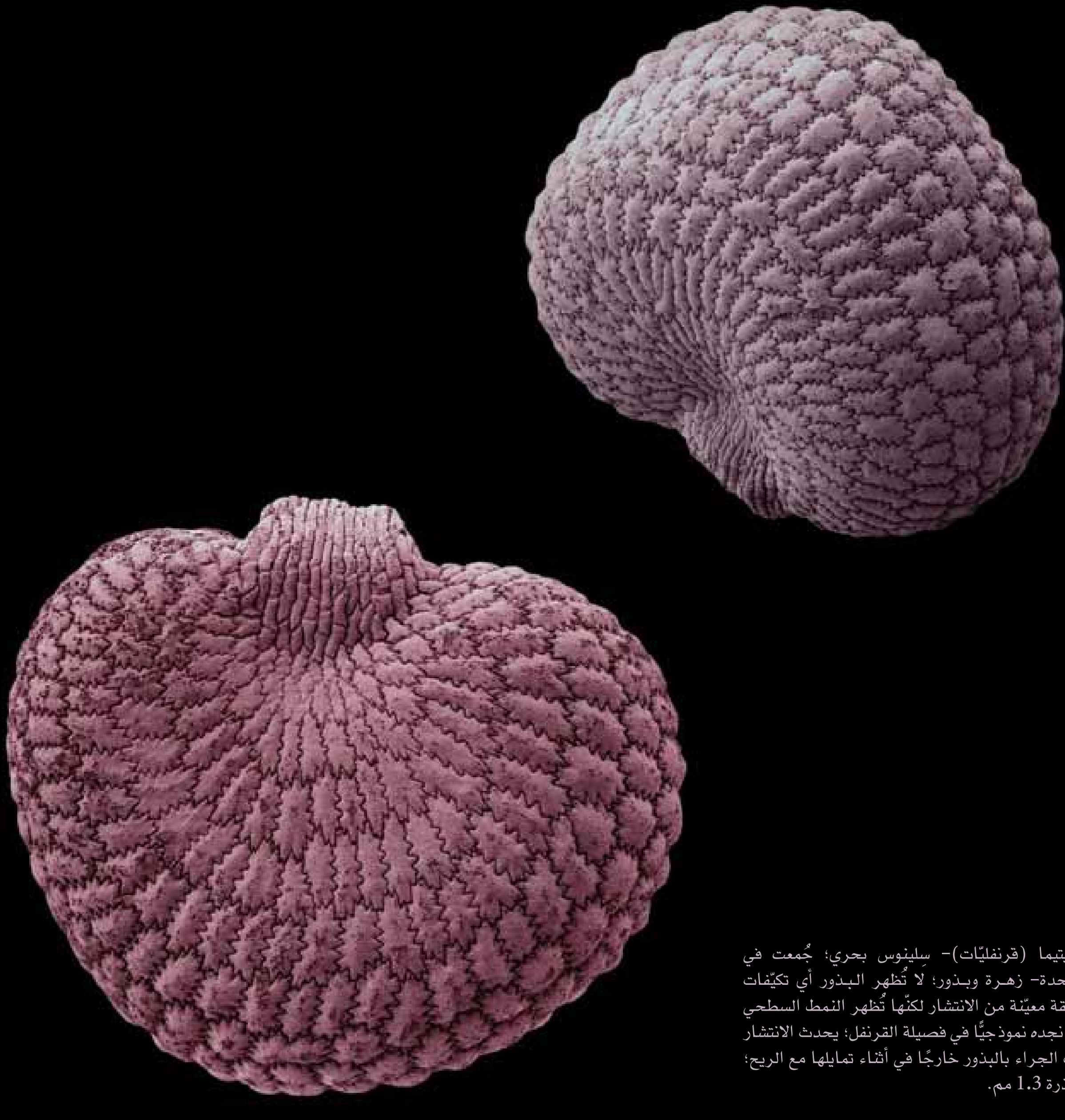




أغروستمّا جيثاغو (قرنفليّات)- خُرَّم الحنطة/سراج القطرب؛ جُمعتا في المملكة المتحدة - زهرة وبذرة؛ ليس للبذرة أي تكيّفات ظاهرة بطريقة معيّنة من الانتشار لكنّها تُظهر النمط السطحي المعقّد الذي نجده نموذجيًّا في فصيلة القرنفل: تتعشّق الخلايا الحُليمية في غلاف البذرة بعضها مع بعض كقطع أحجية مصوّرة. يحدث الانتشار عندما تقذف الجراء بالبذور خارجًا في أثناء تمايلها مع الريح على سويقاتها المرنة؛ يبلغ قطر البذرة 3.7 مم.







سيليني ماريتيما (قرنفليّات)- سِلينوس بحري؛ جُمعت في المملكة المتحدة- زهرة وبذور؛ لا تُظهر البذور أي تكيّفات ظاهرة بطريقة معيّنة من الانتشار لكنّها تُظهر النمط السطحي المعقّد الذي نجده نموذجيًّا في فصيلة القرنفل؛ يحدث الانتشار عندما تقذف الجراء بالبذور خارجًا في أثناء تمايلها مع الريح؛ يبلغ طول البذرة 1.3 مم.







سيليني ديويكا (قرنفليًا)- سِلينوس أحمر؛ جُمعت في المملكة المتحدة - ليس للجراء والبذور أي تكيّفات ظاهرة بطريقة معيّنة من الانتشار لكنّها تُظهر النمط السطحي المعقّد الذي نجده نموذجيًّا في فصيلة القرنفل؛ يحدث الانتشار عندما تقذف الجراء بالبذور خارجًا في أثناء تمايلها مع الريح؛ يبلغ طول البذرة 1.2 مم.



ستانهوبيا تيغرينا (سحلبيّات)- ستنهوبية مخطّطة؛ موطنها الأصلي من شرق المكسيك إلى البرازيل – بذرة مع غلاف بذري رخو شبيه بالكيس يُظهر نمط قرص العسل الذي نجده نموذجيًا في البذور المنطادية المنتشرة بوساطة الريح؛ بشكلها الشبيه بالجناح، تشكّل بذور ستانهوبيا استثناءً لافتًا وسط بذور السحلبيّات المغزليّة الشكل في سوادها الأعظم؛ يبلغ طول البذرة 0.66 مم.

الصفحة المقابلة: ستانهوبيا أسيدنسيس [= ستانهوبيا تيغرينا × ستانهوبيا وردي] (سحلبيّات)- هجين اصطناعي- صورة لزهرة مأخوذة من قرب.







بذور ندية (ندويّات)- إلى اليسار: دروسيرا كابيلاريس- نديّة وردية / ندية شعرية؛ موطنها الأصلي شرق الولايات المتحدة- يبلغ طول البذرة 0.6مم؛ إلى اليمين: دروسيرا ناتالنسيس- ندية الناتال؛ موطنها الأصلي جنوب أفريقيا والموزمبيق و (حسبما يُزعم) مدغشقر- يبلغ طول البذرة 0.8 مم؛ تُظهر بذور كلا النوعين الشكل المغزلي والنمط الشبكي الذي نجده نموذجيًّا في البذور الغبارية المنتشرة بوساطة الريح.

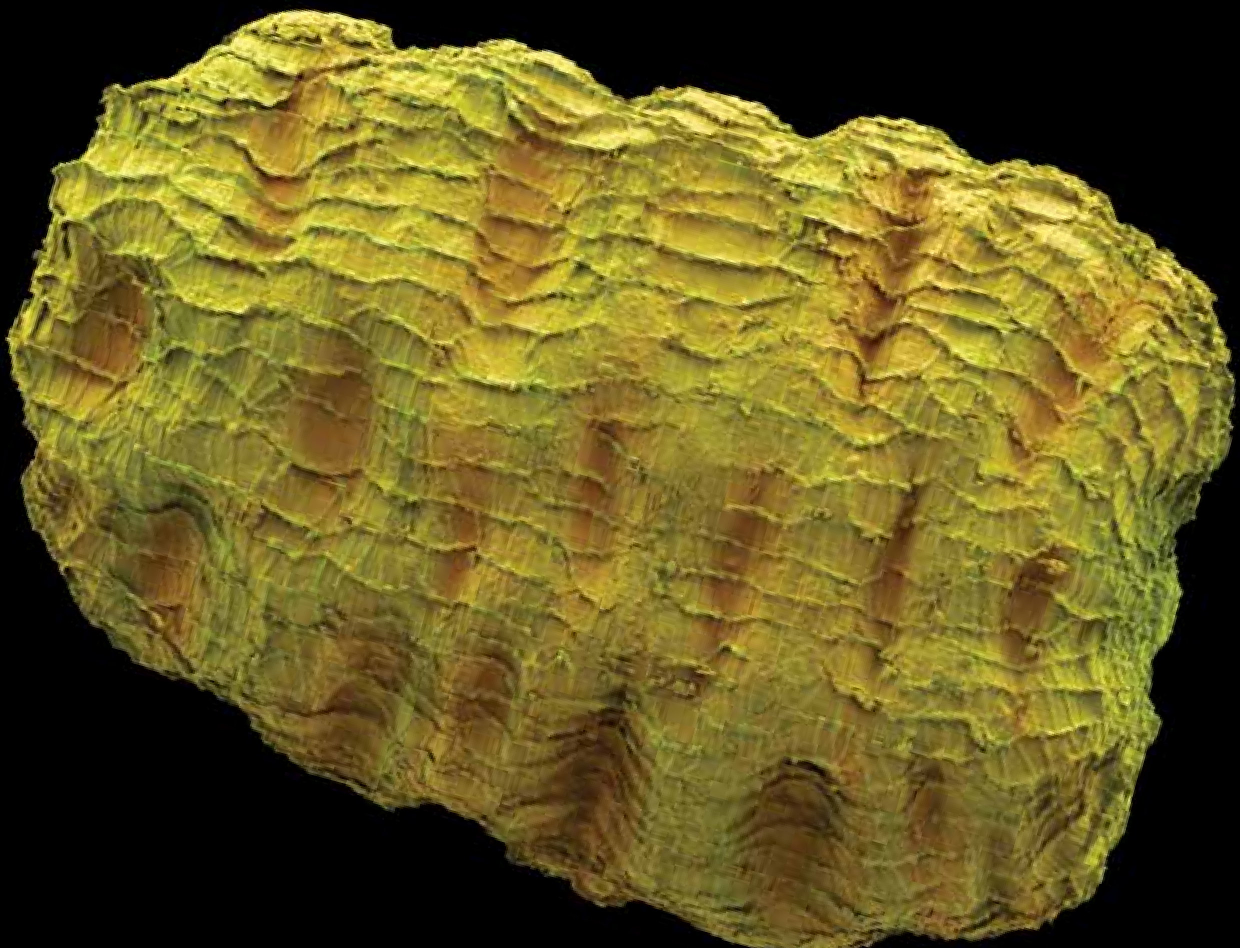
الصفحة المقابلة: دروسيرا كابيلاريس (ندويّات)- ندية وردية/ ندية شعرية؛ موطنها الأصلي شرق الولايات المتحدة – نظام ازهرار.



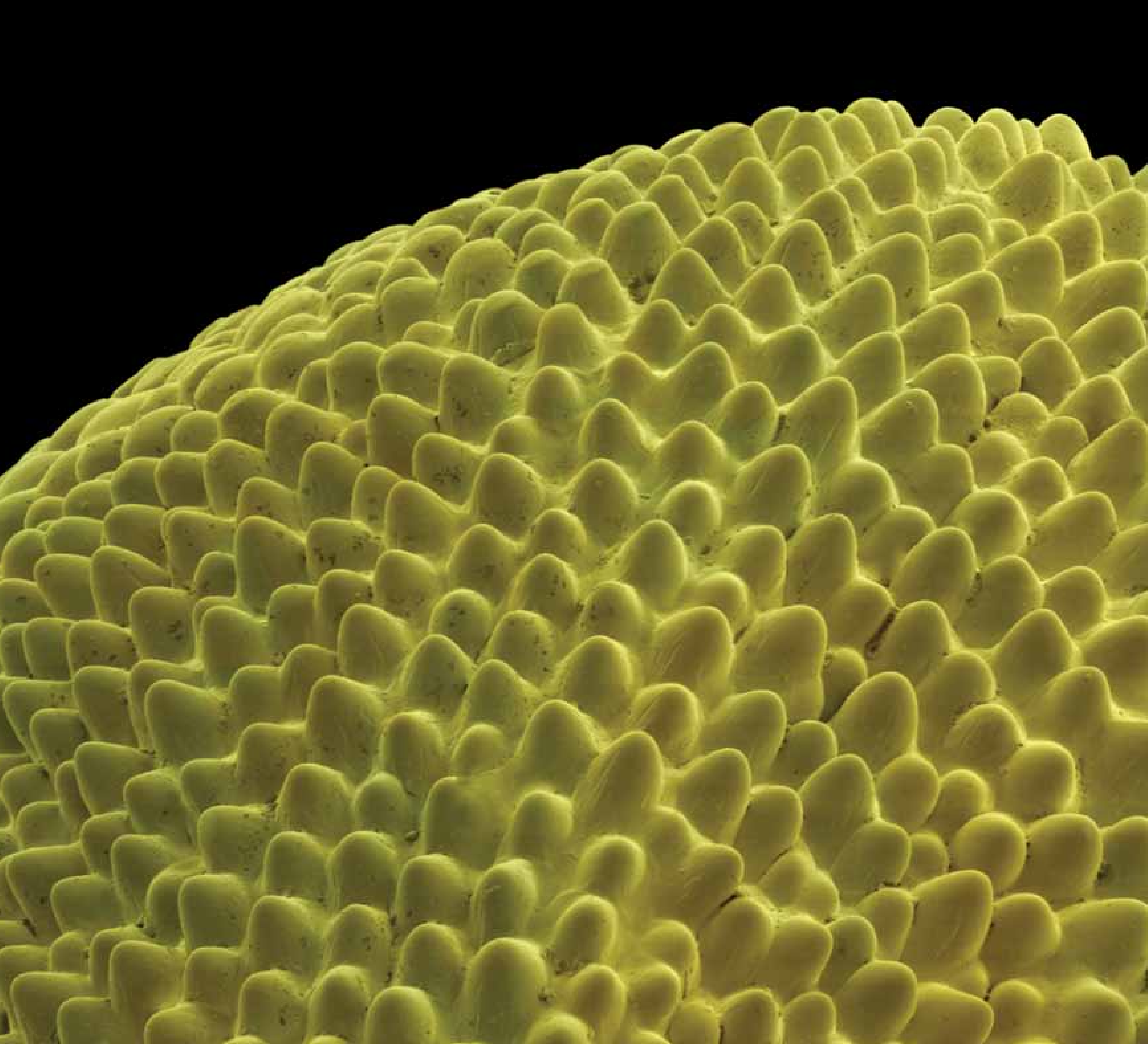


دروسيرا إنترميديا (ندويّات)- ندية ذات أوراق ملعقية الشكل/ ندية متوسّطة؛ جُمعت في بلجيكا- بذرة تحمل نمطًا سطحيًّا معقَّدًا من الحُليمات القصيرة التي تُنشئها الخلايا المستقلّة في غلاف البذرة؛ يبلغ طول البذرة 0.7 مم.

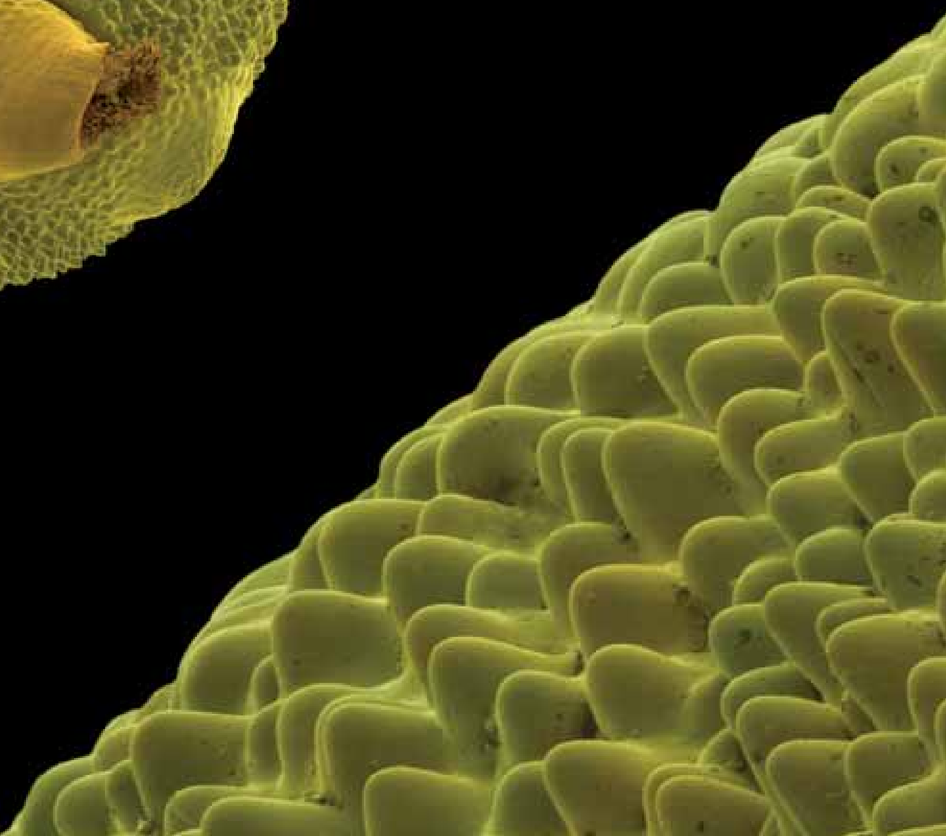




فرباسكوم دومولوسوم (خنازيريّات)- بوصير/آذان الدب؛ موطنه الأصلي تركيا - بذرة لا تُظهر أي تكيّفات واضحة على طريقة محدّدة من الانتشار؛ يبلغ طول البذرة 0.6 مم.

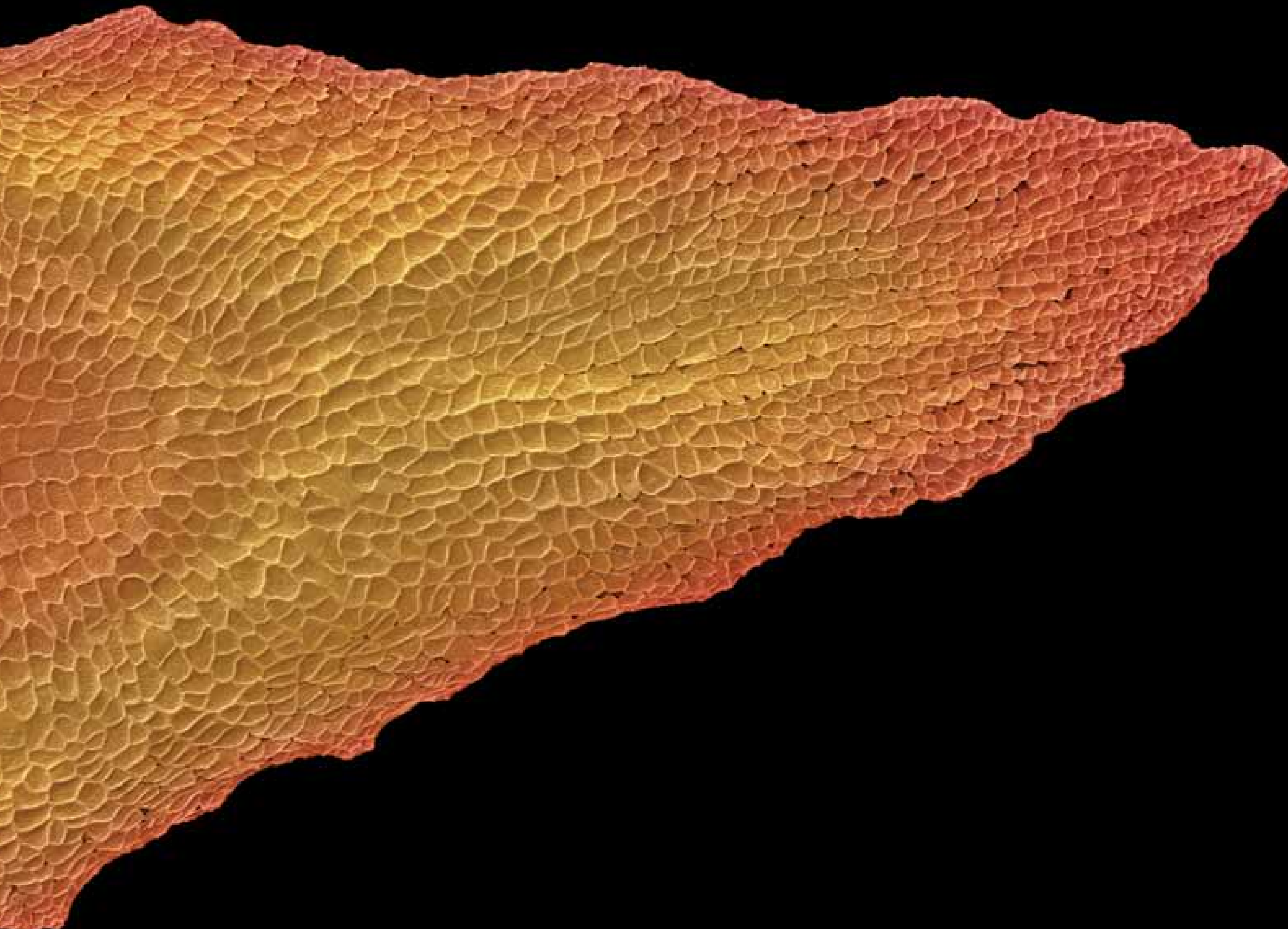


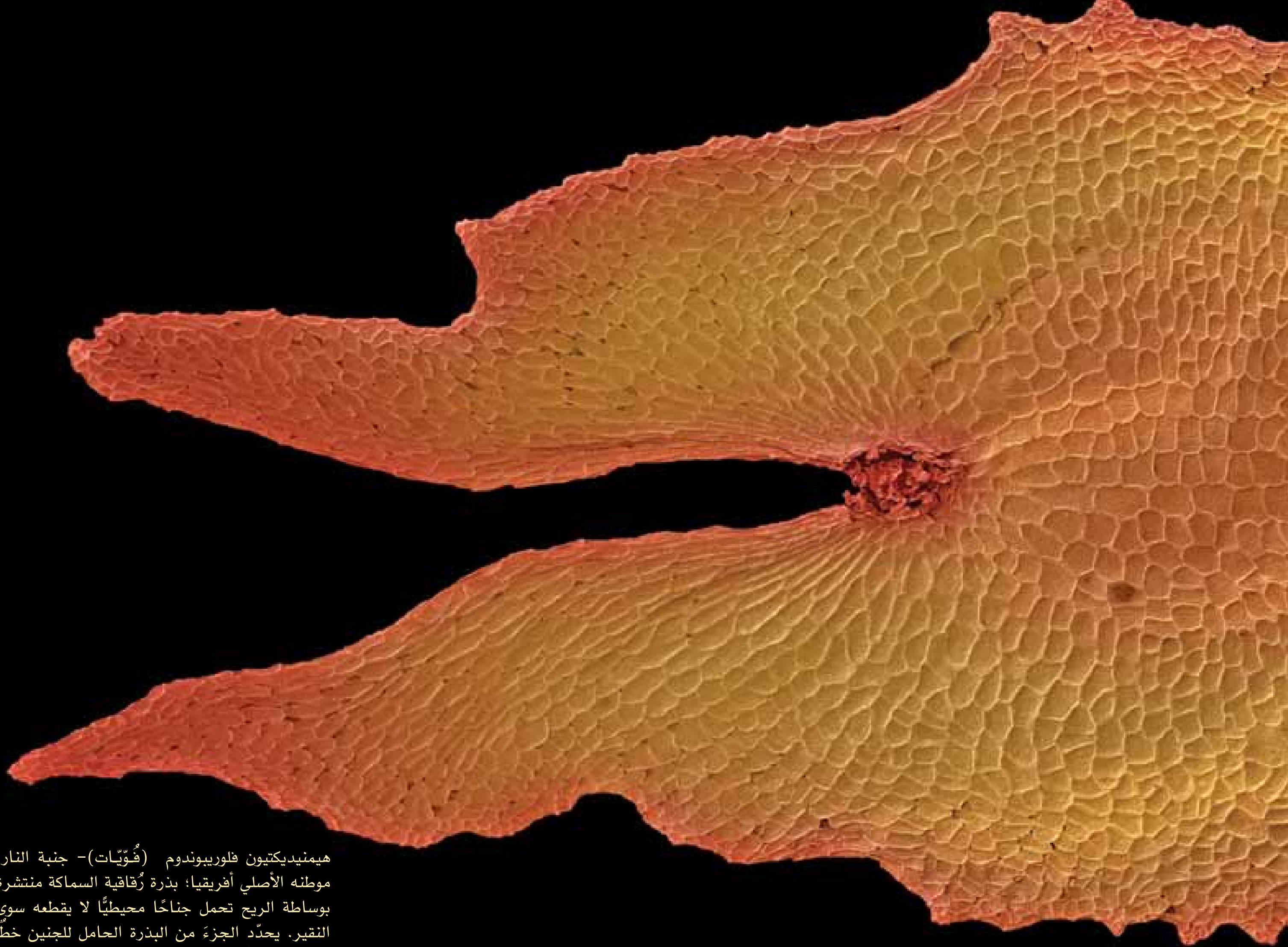




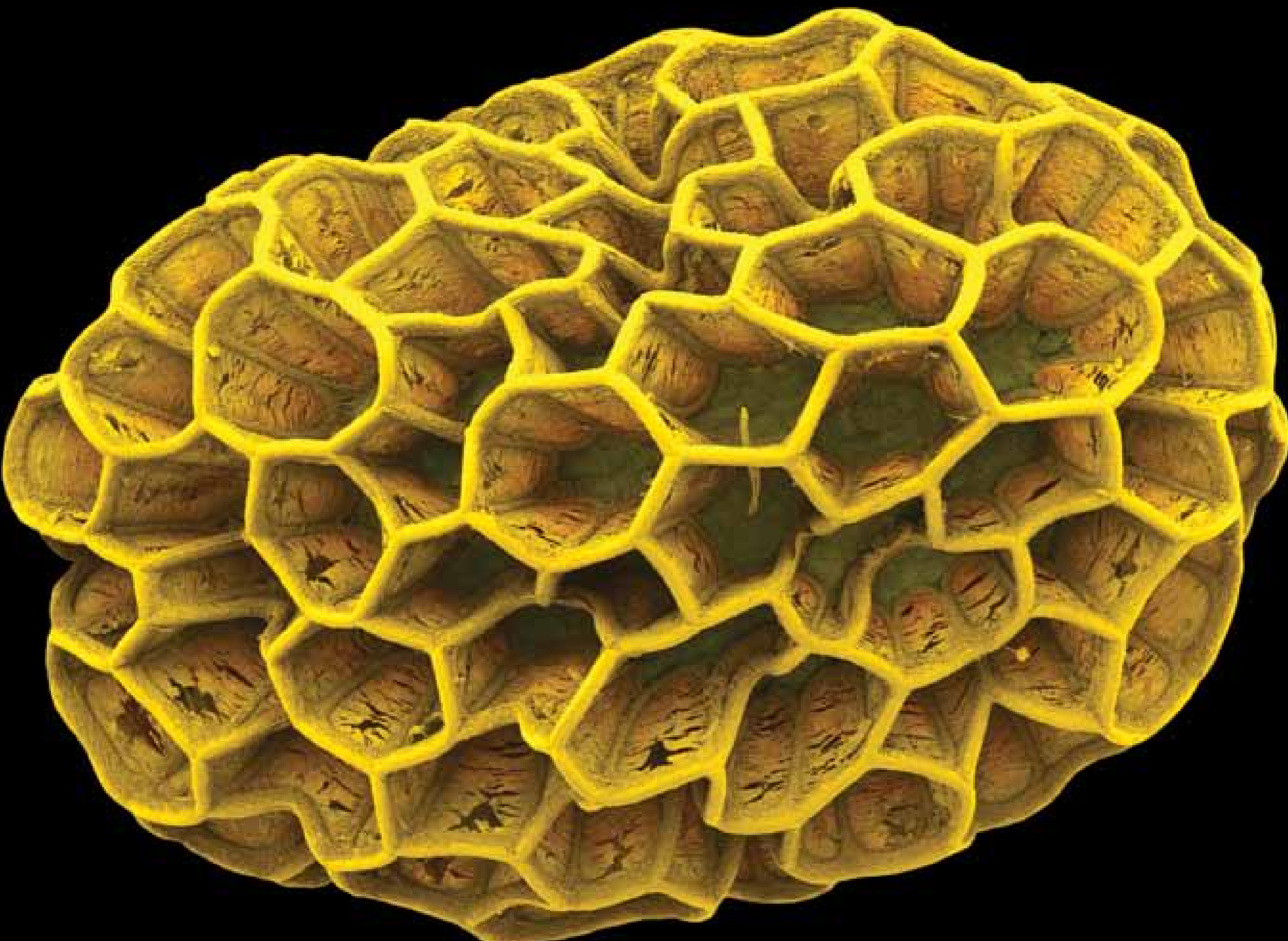
هيبوكسيس إيريديفوليا (هيبوكسيّات)- جُمعت في جنوب أفريقيا- بذرة؛ يسهل التعرّف إلى أعضاء الجنس هيبوكسيس بفضل أزهارها النجمية الشكل الصفراء الزاهية اللون وأوراقها الشبيهة بالشرائط، ولطالما كانت جزءًا من الطب الأفريقي التقليدي؛ يُستخدم حاليًّا تأثيرها المعزِّز للمناعة في جنوب أفريقيا لمعالجة مرضى فيروس نقص المناعة/الأيدز؛ يبلغ طول البذرة 1.8 مم.

الصفحة المقابلة: تفصيل من غلاف البذرة؛ تمثّل كل حُليمة دقيقة خلية من غلاف البذرة.

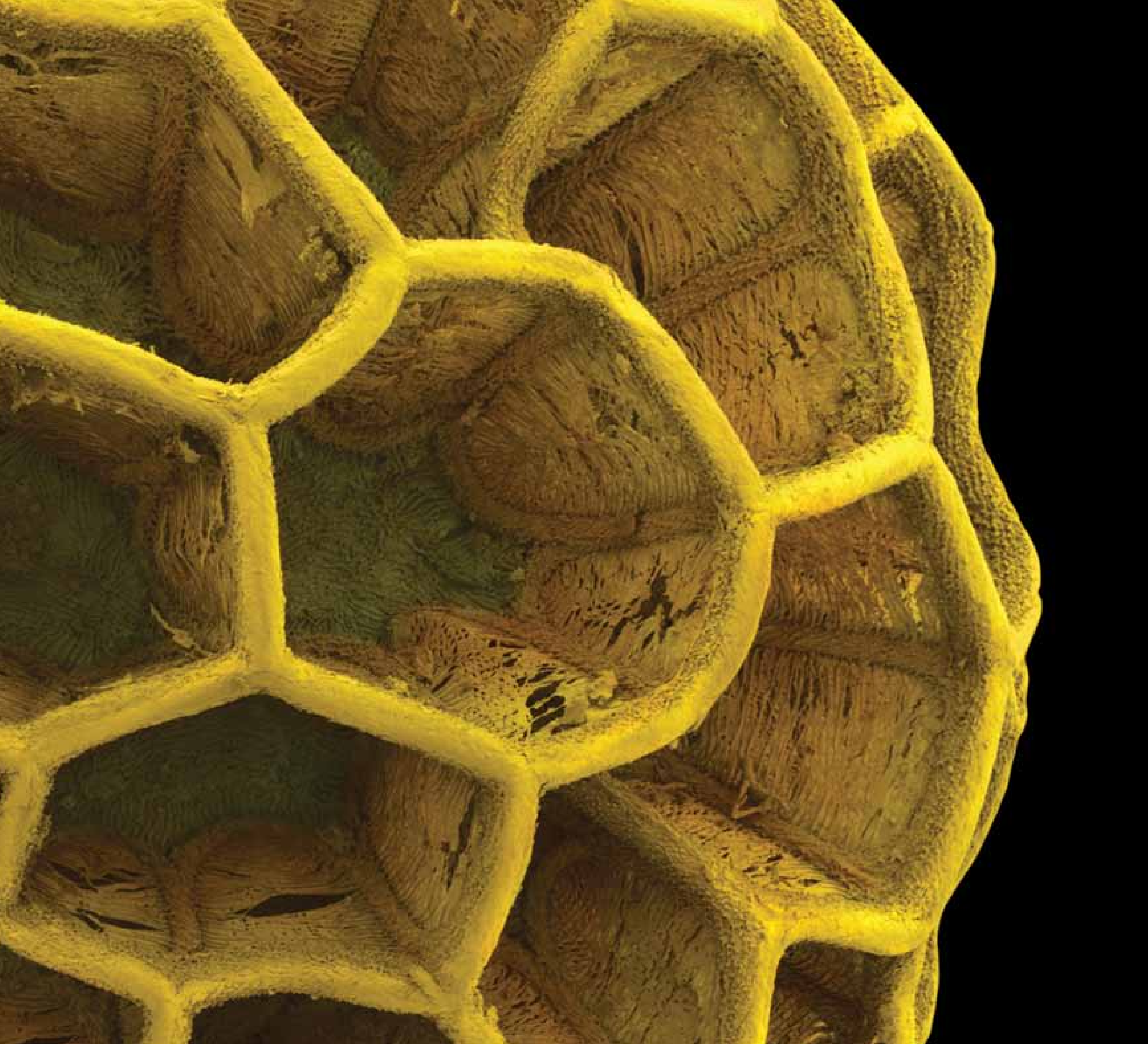




هيمنيديكتيون فلوريبوندوم (فُوّيّات)- جنبة النار؛ موطنه الأصلي أفريقيا؛ بذرة رُقاقية السماكة منتشرة بوساطة الريح تحمل جناحًا محيطيًّا لا يقطعه سوى النقير. يحدّد الجزءَ من البذرة الحامل للجنين خطٌّ إهليلجيٌّ يبدأ وينتهي عند النقير؛ يبلغ طول البذرة 8.2 مم.



لوازا شيلنسيس (لوازيّات)- جُمعت في تشيلي - بذرة؛ بذرة منطادية تحمل نمط قرص العسل البالغ التحديد الذي نجده في كثير من البذور المنتشرة بوساطة الريح. وحدها الزوايا بين الخلايا والحافة الخارجية للجدران الشعاعية تصبح أكثر سماكة؛ في غير هذه الأماكن تكون الجدران الشعاعية بالغة الرقّة، أمّا الجدار التماسي الخارجي فيزول كليًّا؛ يبلغ طول البذرة 1.9 مم.







أليوم أمبروبراسوم (ثوميّات)- كُرّاث برّي/كُرّاث الكرم/ثوم الشرق؛ موطنه الأصلي أوراسيا وشمال أفريقيا- تكتّل من الجراء الناضجة.

الصفحة المقابلة: تفصيل من غلاف البذرة.

أدناه: نيجلاّ داماسينا (حوذانيّات)- شونيز دمشقي؛ موطنه حوض المتوسّط- بذور من دون أي تكيّفات واضحة بالانتشار لكنّها تُظهر نمطًا سطحيًّا شديد التعقيد؛ في المعدّل، يبلغ طول البذرة 2.5 مم.

في الأسفل: بذور شونيز دمشقي موضوعة على قرص من الألومنيوم ومرشوشة بالبلاتين. تحسّن طبقة البلاتين البالغة الرقّة التي تغلّف العيّنة ابتعاث الإلكترونات الثانوية، ومن المهم جدًّا أيضًا أنها تزيد التوصيل فتخفّف بالتالي الشحن الإلكتروستاتي للشيء.





أدناه: المجهر الإلكتروني الماسح (SEM) من صنع هيتاشي في مختبر جوديل في الحدائق النباتية الملكية كيو، الذي استُخدم لإنتاج الصور المجهرية المستعملة في هذا الكتاب.

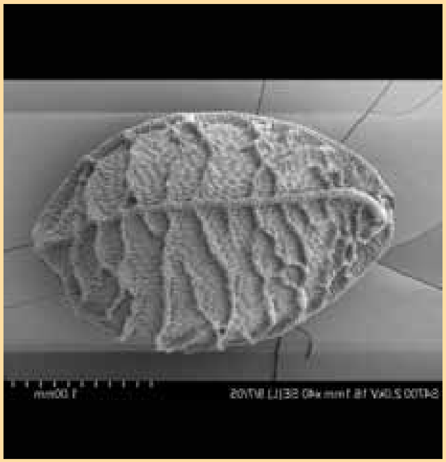
في الأسفل: قرص الألومنيوم مع البذور داخل حجرة العيّنات في المجهر SEM، حيث يتم مسح البذور في الفراغ بوساطة حزمة إلكترونية.

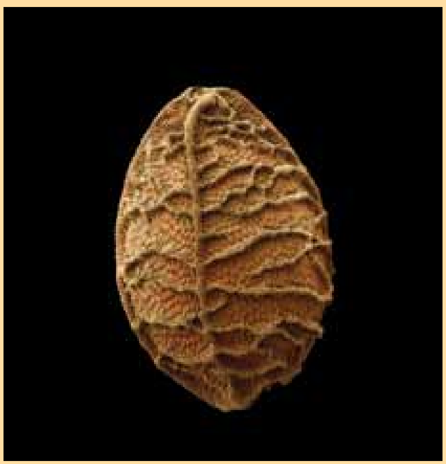




أدناه: الصورة الأصلية بالأسود والأبيض الملتقطة بالمجهر الإلكتروني الماسح وقد تم تكبيرها 40 ×. تُظهر الخلفية شقوقًا في اللبّادة الدبقة المستخدمة لتثبيت البذور على القرص، والمنطقتان المظلمتان اللتان تحدّان البذرة من الأعلى والأسفل هما نتيجة الشحن الإلكتروستاتي.

في الأسفل: على يد الفنّان، تُحوَّل الصورة المجهرية الأصلية بالأبيض والأسود رقميًّا ويُعمل عليها بحذر باستخدام لوحة تصويرية تسمح بحساسية الفرشاة أو الإصبع نفسها. بهذه الطريقة، تصبح كل صورة مشغولة يدويًّا وفريدة من الناحية الفنّية وليست نتاج التكنولوجيا الرقمية وحدها.







بذور - كبسولات زمنية حاملة للحياة «وراء الكواليس»

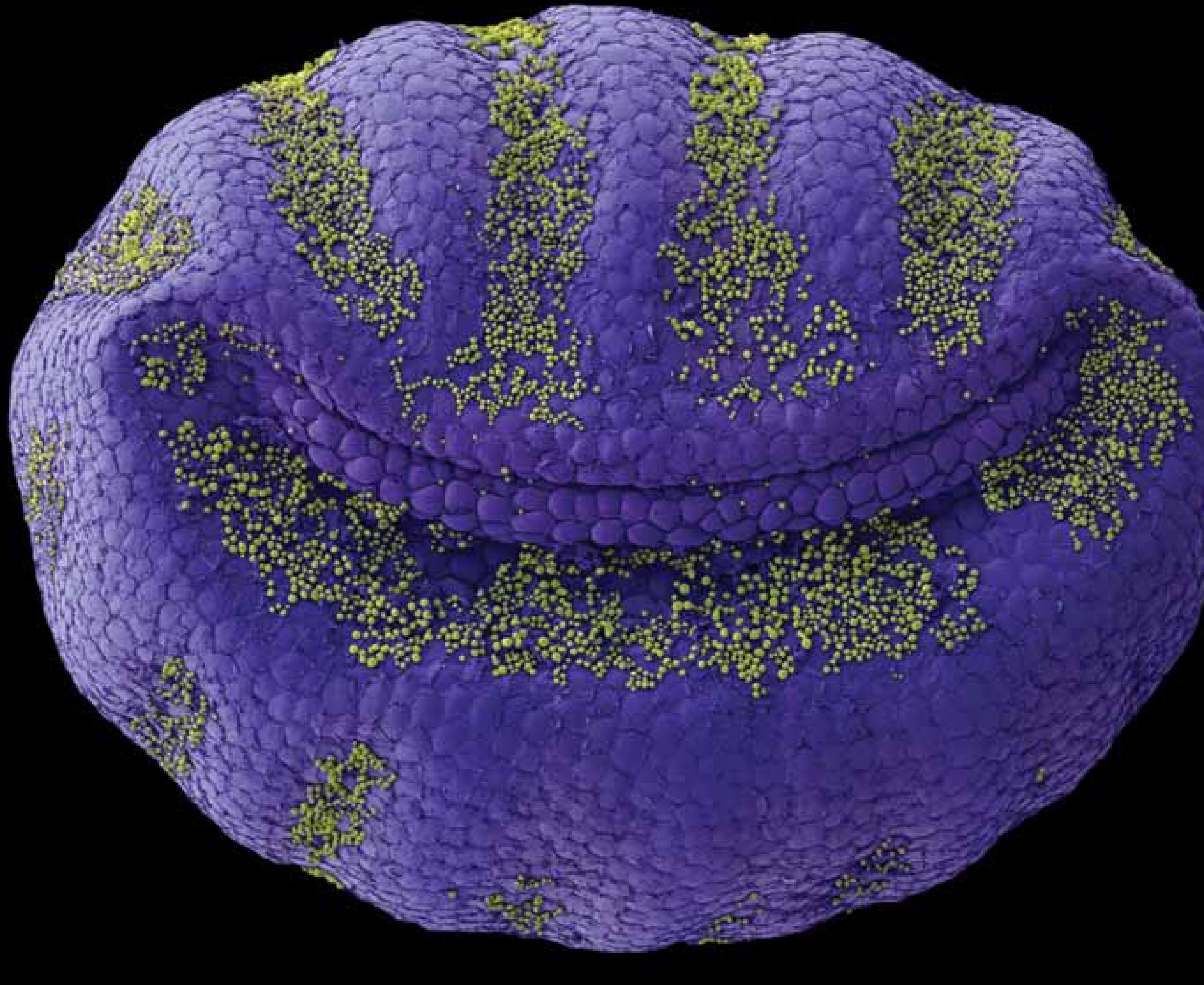
كيف يصبح العلم فنًا

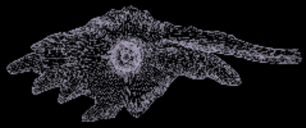
مع إصدار الطبعة الإنكليزية الثالثة من بذور- كبسولات زمنية تحمل الحياة حان الوقت لكي نكشف لقرّائنا كيفية خلقنا لصور البذور والثمار المذهلة التي حقّقت لهذا الكتاب كل هذا النجاح الكبير. في هذا الفصل الموجز، نودّ منح القرّاء نظرة خاطفة «وراء الكوليس» وشرح العملية التي سمحت لنا بتصوير عجائب الطبيعة هذه بمثل هذه الطريقة المدهشة.

كانت الخطوة الأولى تصوير العيّنات بمجهر إلكتروني ماسح. وقد طُوِّر هذا النوع من المجاهر للحصول على صور أكثر وضوحًا ودقّة مما يسمح به المجهر التقليدي. ولا يمكن لأي أداة أخرى إنتاج صور تظهر أدق تفاصيل الأشياء الصغيرة بمثل هذا الوضوح. تبلغ كلفة المجهر الإلكتروني الماسح نحو نصف مليون جنيه إسترليني، ما يجعله جهازًا غالي الثمن يستخدم حزمة إلكترونية بدلاً من حزمة ضوئية لمسح الأجسام وتصويرها.

قبل أن نتمكّن من مشاهدة العيّنات في المجهر الإلكتروني الماسح، ينبغي تنظيفها وتجفيفها ووضعها على أقراص صغيرة من الألومنيوم. كخطوة أخيرة، ومن أجل السماح للشحنات الكهربائية المتراكمة خلال القنبلة بالإلكترونات بالجريان بعيدًا، تُغلَّف العيّنات بطبقة فائقة الرقّة من الذهب أو البلاتين فيما يُعرف بالمغلّفة الرشّاشة. وبعد الخروج من المغلّفة الرشّاشة، تشبه العيّنات حُلىً معدنية ثمينة صغيرة بالغة الإتقان. هنا تصبح العيّنات جاهزة لكي تُشاهَد في المجهر الإلكتروني الماسح. عبر حجرة تبادل عيّنات خاصة، يتم إدخال العيّنات إلى قلب المجهر، أي حجرة العيّنات الفارغة. مع تحريك الحزمة الإلكترونية المركّزة في عرض العيّنة بنمط يشبه المسح التلفزيوني (خط تلو خط لتغطية المساحة كلّها)، تُولَّد إشارات مختلفة تنقل معلومات مفصَّلة حول البنية السطحية للعيّنة إلى مكشاف. تولَّد صورة العيّنة عبر الجمع بين المعلومات المأخوذة من الإشارة التي تم كشفها وإحداثيّات موقع الحزمة الإلكترونية.

ميزة الحزمة الإلكترونية هي أن طولها الموجي أقصر بكثير من الضوء. وبنتيجة ذلك، يكون للصورة التي نحصل عليها قدرٌ أكبر من المجال البصري ومن التحليل، ما يعطي مظهرًا بالغ الواقعية. والجانب السلبي الوحيد هو أن الحزمة الإلكترونية لا «لون» لها، لذا فإن الصورة الناجمة عن استعمالها تأتي بالأسود والأبيض فقط. ومن أجل تعزيز الصور المفصّلة على نحو مثير ولكن الأحادية اللون التي نحصل عليها باستخدام المجهر الإلكتروني الماسح، كان من الضروري تدخّل روب كسيلر، الفنّان في فريقنا. وقام روب أوّلاً «بتنظيف» (حرفيًّا) الخلفيّات «غير المرتّبة» أحيانًا للصور المأخوذة بالمجهر الإكتروني الماسح ثم حوّلها إلى أعمال فنية تصويرية من خلال تلوين الأشياء التي صوّرها باليد وبمهارة عالية. نتيجة مقاربة روب الإبداعية، تحوّلت الصور المجهرية الرمادية إلى صور نابضة بالحياة مؤلّفة من عدد كبير من الطبقات اللونية المختلفة، التي تمت مراكمتها بعناية وحتّها باستخدام لوحة تصويرية تتمتّع بحساسية فرشاة الرسم أو الأصابع نفسها. وبهذه الطريقة، أصبحت كل صورة عملاً يدويًا فريدًا من الناحية الفنية وليس نتيجة التكنولوجيا الرقمية وحدها.





ملحق

فلوسكوبا غلوميراتا (كُمَّلينيّات)- جُمعت في مالي- بذرة؛ لا تُظهر بذور هذه العشبة المائية من أفريقيا أي تكيّفات واضحة على الانتشار؛ يبلغ عرض البذرة 1.5 مم.

معجم الكلمات الصعبة

يحتاج شرح الخلفية العلمية للبذور عددًا معيّنًا من المصطلحات التقنية. ومن أجل تجنّب إفساد السلاسة في سير النص، أدرج معجم بالكلمات الصعبة للقرّاء غير المطّلعين على هذه المفردات. ولقد جرى استخدام أسماء النباتات الشائعة كلّما كان ذلك ممكنًا، لكنّ أسماءها اللاتينية ضرورية لأنها فريدة ويفهمها علماء الطبيعة في جميع أنحاء العالم، مهما تكن لغتهم الأم. تختلف الأسماء الشائعة باختلاف اللغة وقد يحمل بعض الأنواع عدّة أسماء شائعة، وقد يشير أحد الأسماء الشائعة إلى عدّة أنواع مختلفة. تتألّف عادةً الأسماء اللاتينية من قسمين: اسم الجنس واسم النوع (مثل ليريودندرون توليبيفيرا). ويشمل الاسم اللاتيني الكامل وصفُه (أوصافه) الرسمي في النهاية كما في »فهرس النباتات التوضيحي« الذي يتبع. تشكّل مجموعة من الأنـواع الوثيقة القرابة جنسًا وتشكّل مجموعة من الأجناس الوثيقة القرابة فصيلة (مثل المنغوليّات). ومع تطبيق التقنيات الجزيئية من أجل توضيح العلاقات الطبيعية بين النباتات، خضع تصنيفها - خصوصًا في حال النباتات المزهرة- لتغييرات عميقة. لقد تغيّرت حدود عدد كبير من الفصائل الموضوعة منذ زمن بعيد وجُـزّئ بعضها (على سبيل المثال، مـؤخّـرًا، الخنازيريّات. وللتصنيف الفصائلي، اعتمدنا نظام بيترستيفنز ([بدءًا من 2001] «موقع سلالات كاسيات البـذور» Angiosperm Phylogeny Website. نسخة 6، أيّار/ مايو 2005) الذي يتبع إلى حد بعيد التصنيف الأخير الذي وضعته »مجموعة تطوّر سلالات كاسيات البذور« (أنجيوسبرم فيلوجيني غروب) وهو فريق دولي من العلماء الذين يبحثون معًا في العلاقات الطبيعية بين كاسيات البذور. ولدى التحقّق من الأسماء اللاتينية، استفدنا كثيرًا من موقع International Plant Names Index; www.ipni.org) IPNI « فهرس أسماء النباتات الدولي») وموقع W3TROPICOS التابع لحديقة ميسوري النباتية (/http://mobot.mobot.org W3T/Search/vast.html).

بغض النظر عن بضع صور مختارة والرسوم البيانية بريشة إيلّي فيز، أكثرية الصور التي يضمّها هذا الكتاب هي من أعمال المؤلّفين الأصلية. لقد جرى التقاط الصور بوساطة آلات تصوير رقمية من نيكون (موديل D100 وD70) وباستخدام عدسات 60 مم micro nikkor و35–105 م .macro nikkor وأُنتجت الصور المجهرية الإلكترونية الماسحة الرقمية بوساطة المجهر الإلكتروني الماسح هيتاشي (S-4700 (SEM في ما بعد قام روب كسيلر بتلوين صور المجهر الأصلية السوداء والبيضاء لكنّه لم يعدّل فيها بأي طريقة أخرى. وقد استوحى الألوان التي اختارها من ألوان النبات الطبيعية أو أزهاره، أو من بنية غلاف البذرة ووظيفته، أو وفق حدس الفنّان فحسب. لقد اختيرت صور البذور في الأساس لمزاياها الجمالية، كما اختيرت أوسع مجموعة منوّعة لإظهار التنوّع الرائع البنى والتكيّفات الوظيفية.

أخذت البذور المصوَّرة في هذا الكتاب بشكل أساسي من مجموعات بنك بذور الألفية ولكن أيضًا من مجموعة البذور في مَعشبة كيو (الموجودة اليوم في بنك بذور الألفية) ومن مجموعة البذور المجروفة في مركز كيو لعلم النبات الاقتصادي ومجموعة ثمار مَعشبة كيو.

إثمار أرضي/جيوكاربي (من اليونانية: جي= الأرض +كاربوس= ثمرة): حالة في النباتات التي تنضج ثمارها تحت الأرض، مثل الفول السوداني(أراكيس هيبوجيا، القرنيّات).

أحادي المسكن/وحيد المسكن: انظر أحادية المسكن.

أحادية المسكن: (1) تكوّن الأعضاء الجنسية الذكرية والأنثوية على النابت المشيجي نفسه (مثلما نجد في الكثير من أنواع الحزاز والسرخس) و(2) في النباتات البذرية تكوّن الأزهار الذكر والأنثى على النبتة نفسها.

استقامة (للبويضة): وضع البويضة التي يتراصف فيها السرّ والدرز والبُويب في خط مستقيم يتبع محور البويضة الطولاني. ونتيجة ذلك، تفتقر البويضات المستقيمة إلى تلاحم raphe ويقع النقير بمحاذاة الدرز. نجد البويضات المستقيمة نموذجيًا في عاريات البذور، ولهذا السبب غالبًا ما كانت تُعدّ الحالة البدائية في كاسيات البذور. ولكن يبدو أن البويضات المستقيمة في كاسيات البذور قد نشأت من بويضات معاكسة ونجدها في مجموعة منوعة من نحو 20 فصيلة من كاسيات البذور، مثل القلقاسيّات والكمَّلينيّات والدمويّات والجوزيّات والفلفليّات والبطباطيّات والبروطيّات والقرّاصيّات.

أنبوب لقاح: بنية شبيهة بالأنبوب تشكّلها حبّة اللقاح المنتشة.في السيكاسيّات والجنكة يطلق أنبوب اللقاح الخلايا الذكرية المتحرّكة مباشرة في غرفة اللقاح وتسبح هذه الخلايا منها إلى حاملات البويضات. في الصنوبريّات وكاسيات البذور، يحمل أنبوب اللقاح نوى الخلايا الذكرية مباشرة إلى الخلايا البويضية.

انتشار الريحي: انتشار الثمار والبذور بوساطة الريح.

انتشار بالتعلّق بجسم الحيوان: انتشار الدياسبورات على سطح جسم حيوان. تتعلّق الدياسبورات بجزّة الحيوان أو فروه أو بريش الطير أو بملابس الناس وذلك بوساطة شصوص/عقائف أو مواد دبقة.

انتشار بالستي: طريقة انتشار تُقذف بها الدياسبورات على نحو فاعل أو منفعل بعيدًا من النبتة. يمكن أن يحدث ذلك إما اعتباطيًّا أو يُطلق بمحفّز خارجي.

انتشار بوساطة الإنسان: انتشار الثمار والبذور بوساطة الإنسان.

انتشار بوساطة الطيور: انتشار الثمار والبذور بوساطة الطيور.

انتشار بوساطة النمل: انتشار الدياسبورات (وحدات الانتشار) النباتية بوساطة النمل.

انتشار حيواني: انتشار الثمار والبذور بوساطة الحيوانات.

انتشار ذاتي: انتشار الثمار والبذور ذاتيًا.

انتشار عبر معى الحيوان: انتشار دياسبورات النبتة عن طريق أكلها ونقلها في معى الحيوانات (والإنسان)؛ تمرّ البذور الصلبة عادة أو الأغلفة الداخلية عبر الأمعاء من دون أي ضرر وتُطرح مع الغائط.

انحناء (للبذرة): حالة يكون فيها للبويضات والبذور محور طولاني منحنٍ، ينتج عادةً جنينًا منحنيًا. يمكن أن تكون أجنّة البذور المنحنية أطولَ ضعفين من البذرة، ما يؤدّي إلى بادرة أكبر وأكثر نجاحًا.

انقسام فتيلي/حقيقي: عملية الانقسام الخلوي النموذجية التي تنقسم الخلية خلالها خليتين وليدتين متماثلتين جينيًّا (في المقابل، ينخفض عدد الصبغيّات في كل خلية وليدة إلى النصف خلال الانقسام المنصِّف).

انقسام منصِّف: نوع من الانقسام النووي يؤدّي إلى تشكّل نوى وليدة يحتوي كل منها على نصف عدد صبغيّات النواة الأم، أي أن عدد الصبغيّات يُخفَّض إلى النصف (من ثنائي الصبغيّات إلى أحادي الصبغيّات) ينتهي الانقسام المنصّف بعد انقسامين خلويين متتاليين بحيث تنشأ أربع خلايا أحادية الصبغيّات من خلية واحدة ثنائية الصبغيّات.

انقلاب /انعكاس البويضة: حالة تكون فيها بويضة لها محور طولاني مستقيم منقلبة 180 ° بحيث تكون موازية للسرّ. بنتيجة هذا الانقلاب، تنتقل النقطة التي يتعلّق عندها السرّ (النقير) إلى جانب القمّة المورفولوجية (البويب) والبويضة المنقلبة هي أكثر أنواع البويضات شيوعًا في كاسيات البذور وأكثر من 80 % من الفصائل هي حصريًّا منقلبة البويضة.

بالستية ريحيّة: شكل من الانتشار الريحي غير المباشر، أي إن الريح لا تنقل الدياسبور مباشرة، بل تمارس تأثيرها في الثمرة. تكون الثمرة (جرو في الغالب) مكشوفة عادةً على سويق طويل مرن ، يقذف الدياسبورات إلى الخارج في أثناء تأرجحه في الريح ، مثل اللوطس المقدّس (نيلومبونوسيفيرا، نيلومبيّات) والخشخاش(بابافر روياس، خشخاشيّات).

بانجيا: القارة الكبيرة القديمة التي كانت جميع قارات الأرض متّحدة فيها قبل أن تنفصل بفعل الانجراف القاري.

بتلة/تُويجيَة: في الأزهار حيث دوّارة الكم المتجانس الخارجية مختلفة عن الدوّارة الداخلية ، تُسمّى عناصر الدوّارة الداخلية من الغلاف الزهري بالبتلات. وتشكّل جملة البتلات تويج الزهرة الذي غالبًا ما يكون مبهرجًا زاهي اللون.

بذرة: العضو في النباتات البذرية الذي يحتوي على الجنين مع نسيج مغذ داخل غلاف بذري واق. تنشأ البذور من أوراق أبواغ كبيرة (بويضات) مغلّفة بغشاء، وهي العضو المميِّز للنباتات البذرية.

بذرة منحنية: انظر انحناء (للبذرة).

بُرَة: الاسم التقليدي لثمرة (جوزية) نباتات فصيلة النجيليّات. البُرّة شبيهة جدًّا بالثمرة الفقيرة والفارق الوحيد بينهما هو أنه لا يمكن تمييز غلاف الثمرة في البرّة من غلاف البذرة إلاّ بعد تكبيره تحت المجهر.

برمي: عصر جيولوجي يمتد من 248 إلى 290 مليون سنة خلت.

بلوغ مبكر : حالة كائن حي يبلغ النضج الجنسي وهو لا يزال في مرحلة الحداثة (مثل بعض البرمائيّات والحشرات).

بنك بذور التربة: مجمل البذور القابلة للحياة والنمو الموجودة على الأرض وتحتها.

بنك بذور هوائي: انظر تأخّر.

بوغ: خلية تقوم بمهمات التوالد اللا جنسي.

البوغ الكبير: البوغ الأكبر الذي تكوّنه النباتات المتعدّدة الأبواغ والذي يولّد نابتًا مشيجيًّا أنثى.

بوغ كبير عامل: من الأبواغ الكبيرة الأربعة الناجمة عن الانقسام المنصِّف للخلية البوغية الكبيرة الأم، وحده البوغ الكبير العامل يبقى على قيد الحياة ليشكّل كيس الجنين؛ وتسقط الأبواغ الكبيرة الثلاثة المتبقّية.

بُويب: فتحة الغشاء (الغشائين) في قمّة البويضة أو البذرة، تعمل عادةً كممرّ لأنبوب اللقاح في طريقه إلى الكيس الجنيني. ينتج البويب

من غشاء واحد أو كلا الغشاءين، حيث يُنتِج الغشاء الخارجي الصف الخارجي والغشاء الداخلي الصف الداخلي.

بويضات أحادية الغشاء: بويضات تكون فيها الجُويزة مغلّفة بغشاء واحد فقط.

بويضة ثنائية الغشاء: بويضة محوطة بغلافين منفصلين (غشاءين).

بويغ: أصغر بوغ تكوّنه النباتات المتعدّدة الأبواغ يُنتِج المشيج البوغي الذكري.

بويضة: حافظة الأبواغ الكبيرة المغلّفة بغشاء التي تحملها النباتات البذرية.

تأخّر : متأخّر في النمو أو الازهرار؛ في إطار البذور، يشير إلى حالة عند النباتات التي تبقي بنك بذور هوائيًّا عبر الاحتفاظ بثمارها وبذورها لمدّة طويلة بعد نضجها. التأخّر هو تكيّف بالمَواطن المعرّضة للحرائق؛ تُطلق ثمار النباتات المتأخرة بذورها بعد التعرّض لدرجات حرارة مرتفعة.

تأريخ بالكربون المشعّ: طريقة لتحديد عمر المواد العضوية تقوم على استخدام تركيزها من نظير الكربون المشعّ C14. يُعتقد أن التأريخ بالكربون المشع يعطي نتائج موثوقة حتى عمر 50000–60000 سنة.

تباين الأبواغ: إنتاج نوعين من الأبواغ التي تختلف من حيث الحجم وتميّزها الجنسي. الأبواغ الأنثى هي الأكبر حجمًا والذكر هي الأصغر حجمًا.

تباين/لا تساوي الفلقتين: تعبير يشير إلى الاختلاف في الحجم بين فلقتيّ (ورقتين بذريتين) جنين النباتات ذوات الفلقتين.

ترياسي: فترة زمنية جيولوجية امتدت ما بين 248 و206 مليون سنة خلت.

تعدّد الأجنّة: تشكّل عدّة أجنّة داخل بويضة واحدة. يمكن حدوث تعدّد الأجنّة إما عبر تكوّن عدّة لواقح (م: لاقحة) (في عاريات البذور من خلال إخصاب عدّة حاملات بويضة في بويضة واحدة، مثلما يحدث في الصنوبريّات) أو عبر نشوء أكثر من جنين واحد من لاقحة واحدة (مثل عبر الانقسام الطولاني لسابقة الجنين إلى أربعة أقسام متساوية (في أنواع بينوس، صنوبريّات) أو عبر تكوّن أجنّة عرضية من خلايا الجُويزة (كما يحدث مثلاً في أنواع سيتروس، سَذابيّات).

تفتّح بالرطوبة: إنتاج جراء متفتّحة وفقًا لمستويات الرطوبة، أي التي لا تتفتّح إلاّ عندما تكون رطبة (وغالبًا ما تطبق مجدّدًا عند تجفّفها)، مثل جراء عدد كبير من الأيزونيّات العصارية.

تلاحم: منطقة من غلاف البذرة تمرّ فيها الحزمة الوعائية، التي تمتدّ من النقير إلى الدرز. نجد التلاحم الأطول في البذور المقلوبة/المنعكسة، وتلاحمًا أقصر في البذور المعتدلة الانحناء لكنّ التلاحم يغيب كليًّا في البذور الشديدة الانحناء والمستقيمة.

تناسل عذري: ولادة، بداية) شكل من التناسل اللا جنسي حيث تنمو الخلية البيضة لتصبح مضغة (جنينًا) من دون تخصيبها قبل ذلك من قبل مشيج ذكر. والتناسل العذري هو عادة نتيجة انقسام اختزالي تنصّف شاذ يؤدّي إلى إنتاج نواة بيضة تحتوي على عدد غير مخفّض من الصبغيات (كما نجد مثلا في الطرخشقون، تَراكساكوم أوفيسنالي، النجميّات).

توالد من غير إخصاب: شكل من التوالد اللاجنسي حيث تنمو البويضة لتشكيل بذرة من دون انقسام منصِّف أو إخصاب. بالمعنى الأوسع، يُعدّ أحيانًا أن التعبير توالد من غير إخصاب يشمل أيضًا أي نوع من التوالد اللاجنسي بما في ذلك التكاثر الخضري بوساطة الأشطاء والنوامي وغيرها.

تُويج: جملة بتلات زهرة، أي الدوّارة الداخلية للأوراق الزهرية في الكم.

ثغر قمعي: البنية القمعية الشكل المخصّصة لجمع اللقاح في قمّة بويضات النباتات البذرية الأولى (السراخس البذرية).

ثُغير خارجي: في البويضة الثنائية الغشاء التي تحملها كاسيات البذور، الفتحة البُويبية في الغشاء الخارجي.

ثُغير داخلي: في البويضة الثنائية الغشاء لدى النبات كاسي البذور، الفتحة البُويبية في الغشاء الداخلي.

ثمرة بسيطة: ثمرة تنشأ من زهرة واحدة لها مدقّة واحدة فقط، وحيث يمكن للمدقة أن تكون إمّا أحادية الخباء أو متعدّدة الأخبية المتحدة.

ثمرة جناحية : ثمرة جوزية أو فقيرة مجنّحة.

ثمرة زهرية: ثمرة لا يشهد فيها المبيض وحده بل أجزاء زهرية أخرى أيضًا نموًّا كبيرًا خلال فترة ما بعد الإخصاب للمساعدة على نشر البذور.

ثمرة فقيرة، فقيرة: ثمرة صغيرة مطبقة أحادية البذرة عادةً لها غلاف جاف يحاذي البذرة لكنه يتميّز من غلاف البذرة، مثل عبّاد الشمس (هليانثوس أنووس، نجميّات).

ثمرة كاذبة: تعبير يُستخدم في الكتب العلمية الحديثة للإشارة إلى ثمرة لا يشترك فيها الوزيم وحده، بل أيضًا أجزاء زهرية أخرى. والتعبير الصحيح لهذه الثمرة هو ثمرة زهرية.

ثمرة متضاعفة: ثمرة تنمو من وزيم سائب الأخبية. يستعمل معظم الكتّاب العلميين الحديثين هذا التعبير للثمرة التي تنشأ من أكثر من زهرة واحدة (ثمرة مركّبة) ويسمّون الثمار النامية من وزائم سائبة الأخبية« ثمارًا متجمّعة» غير أن »الثمرة المتجمّعة« هي تاريخيًّا مرادفة »للثمرة المركّبة« وتُعرّف كلتاهما بأنهما مؤلّفتان من أكثر من زهرة واحدة (سبيوت وتيريه .(1989 أرجع سبيوت وتيريه هذا الارتباك إلى لندلي (1832) الذي كان قد عكس المعنيين »متجمّع« و»متضاعف« كما عرّفهما كاندول (1813). وقد تبنّت الكتب العلمية الإنكليزية عمومًا أخطاء لندلي، في حين اتبعت الكتب غير الإنكليزية تعريفات كاندول (1813)، أو استخدمت كلمات أخرى ذات صلة. ومن أجل تفادي المزيد الالتباس بين متجمّع ومتضاعف، أوصى سبيوت وتيريه (1989) باعتماد التعبير »ثمرة مركّبة« بدلاً من »ثمرة متجمّعة« للثمار المؤلّفة من أكثر من زهرة واحدة وأن يتم الإبقاء على المعنى الأصلي والصحيح للثمرة المتضاعفة. وكان غرتنر أوّل من ميّز بين الثمار المتضاعفة والثمار المركّبة (1788)، لكنّ لينك كان مَن ميّزها بشكل أوضح .(1798)

ثمرة مركّبة: ثمرة ناشئة من أكثر من زهرة واحدة. يطبّق معظم الكتب العلمية الحديثة هذا المعنى على الثمرة المتضاعفة، ولكن يجب استخدام هذا التعبير للثمار التي تنمو من الأزهار ذات الوزيم السائب الأخبية؛ انظر أيضًا الشرح تحت ثمرة متضاعفة.

ثمرة مشقّقة الأخبية: ثمرة تكون فيها الأخبية متحدة كليًّا أو جزئيًّا عند التلقيح لكنها منفصلة عند النضج إلى مكوّناتها الخبائية، وتنقسم أحيانًا أكثر أنصاف أخبية، يعمل فيها كل جزء كوحدة انتشار بذري.

ثمرة مظلّية: ثمرة أحادية البذرة تحمل سفًا أو هُلبًا أو ريشًا أو بنى مشابهة ناجمة عن أجزاء ثانوية في الزهرة أو نظام الازهرار. نجد هذه الثمار نموذجيًّا في النجميّات والدبساسيّات ولكن أيضًا في بعض السُعديّات والنجيليّات والفصائل الأخرى.

ثميرة: وحدة انتشار مستقلة في ثمرة قد تكون (1) خباءً أو نصف خباء من ثمرة ناضجة مشقّقة الأخبية، أو (2) خباءً واحدًا في ثمرة متضاعفة ناضجة، أو (3) مبيضًا (أحادي الخباء أو متعدّد الأخبية) في ثمرة مركّبة.

ثنائي المسكن: انظر ثنائية المسكن.

ثنائية المسكن: (1) تشكُّل الأعضاء الجنسية الذكرية والأنثوية على نوابت مشيجية منفصلة (مثل في بعض أنواع الحزاز والسرخس) (2) في النباتات البذرية تشكّل الأزهار الذكرية والأنثوية على نبتات مختلفة.

جبلة جرثومية/بروتوبلازم جرثومي: تعبير عام يشير إلى الخلايا أو البنى التناسلية الجنسية أو اللاجنسية (مثل البذور) التي يمكن لنباتات جديدة أن تنشأ منها.

جُذير (البذرة الجنيني)/ نَتَش: في الجنين، الجزء القاعدي من محور سويق الجنين- الجذر الذي ينتج أول جهاز جذري للبادرة الصغيرة، وغالبًا ما يُعرف أيضًا بالجذر الجنيني.

جراب/ثمرة جرابية: ثمرة أو ثميرة ناشئة من خباء واحد يتفتّح على طول درز واحد (عادة البطني)، مثل ثميرات آذريون الماء (كالثا بالوستريس، الحوذانيّات).

جرثومة، بوغ: ورقة خصبة متخصّصة تنتج حافظات أبواغ كبيرة مع أبواغ أنثى، مثل خباء كاسيات البذور.

جرو: ثمرة متفتّحة تنمو من وزيم متّحد الأخبية (أي مؤلّفة من أكثر من خباء واحد) وتنشر البذور عبر فتح غلاف الثمرة.

جسم دهني/ زيتي: هو تعبير بيئي عام يشير إلى زوائد دياسبورات لحمية وصالحة للأكل، عادة في إطار الانتشار بوساطة النمل.

جنتويَات: مجموعة متغايرة من عاريات البذور تشمل ثلاث فصائل فقط وثلاثة أجناس (إيفدرا وجنتوم وفلفيتشيا) وما مجموعه 95 نوعًا.

جنين: لولا شيوع كلمة جنين لكانت المضغة أصلح منها. في النبات، النابت البوغي اليافع النامي من خلية البويضة بعد التلقيح.

جهاز البويضة: في كاسيات البذور، البيضة بالإضافة إلى الرادفتين عند الطرف البُويبي من كيس الجنين (نابت مشيجي كبير).

جوراسي: عصر جيولوجي امتد ما بين 206 و142 مليون سنة خلت.

جوزة/ثمرة جوزية: ثمرة مطبقة جافة عادة ما تكون أحادية البذرة.

جُويزة بوغية: حافظة الأبواغ الكبيرة في النباتات البذرية.

حاجز: جدار داخلي فاصل في المبيض.

حافظة الأبواغ الكبيرة: عضو النابت البوغي الذي يولّد الأبواغ الأنثى الكبيرة. وتُستخدم عادة الكلمة للا زهريّات، في حين تُسمّى البنية

المماثلة في النباتات الزهرية الجُويزة.

حامل الوزيم: امتداد شبيه بالعنق لمحور الزهرة يرفع الوزيم فوق النقطة حيث تدخل الكأسيّات والبتلات والمآبر.

حاملة البويضة: عضو جنسي أنثوي متعدد الخلايا غالبًا ما يكون بشكل قارورة لنابت مشيجي أنثوي أو ثنائي الجنس ينتج خلية (خلايا) البويضة الأنثى ويحتويها. تكون حاملات البويضات كاملة النمو في الحزاز والسرخس وحليفات السرخس في المعنى الواسع للكلمة، لكنّها تبقى بدائية في عاريات البذور. أما في كاسيات البذورفتنعدم حاملات البويضات الحقيقية (يوازيها الجهاز المؤلّف من البويضة الثلاثية الخلايا).

حاملة البويغ: العضو في النابت البوغي الذي ينتج البويغات الذكرية. ويُستعمل هذا التعبير عادةً في اللا زهريّات، في حين أن البنية المماثلة له في النباتات الزهرية تُسمّى كيس اللقاح.

حجرة اللقاح: حجرة عند قمّة جُويزة بويضات عدد كبير من عاريات البذور حيث ينتهي الأمر بحبوب اللقاح وتنتش.

حُبي منوي أو ذكري: مشيج ذكري متحرّك.

خباء: في كاسيات البذور، ورقة خصبة تضم بويضة واحدة أو أكثر (ورقة بوغية كبيرة). تتميّز عادة الأخبية بجزء حامل للبويضة (المبيض) وسمة وقلم السمة. يمكن أن تكون أخبية الزهرة إمّا منفصلة بعضها عن بعض لتشكيل وزيم سائب الأخبية أو متّحدة لتشكيل وزيم متّحد الأخبية.

خلايا معاكسة/معاكسات: ثلاث خلايا في كيس الجنين (النابت المشيجي الكبير) لدى كاسيات البذور. يشير المعنى اليوناني «مع الأقدام في الناحية المقابلة» إلى موقع الخلايا المعاكسة في الناحية المقابلة تمامًا لجهاز البيض (الخلية البيضة بالإضافة إلى خليتين رادفتين).

خلية البوغ الكبير الأم: خلية تنشأ منها أربعة أبواغ أنثى أحادية الصبغيّات خلال الانقسام المنصِّف.

خلية البويغ الأم: خلية تنشأ منها أربعة أبواغ ذكرية أحادية الصبغيّات (تُدعى لقاحًا في النباتات البذرية) خلال الانقسام المنصِّف.

الخلية المركزية: الخلية الثنائية النوى في وسط كيس الجنين الناضج (نابت مشيجي كبير) عند كاسيات البذور، التي تحتوي على نواتين قطبيّتين.

خلية بوغية: في الحزاز والسرخس وحليفات السرخس وعاريات البذور وكاسيات البذور، الخلية أو النسيج المولّد للبوغ داخل كيس بوغ ينقسم بالانقسام الصحيح لإنتاج خلايا الأبواغ الأم. في كاسيات البذور مثلاً، تنشأ من الخلية البوغية في كيس اللقاح خلايا اللقاح الأم التي تنتج كل منها، على أثر الانقسام المنصِّف، أربع حبوب لقاح.

خلية لقاح أم: خلية البوغ الصغير الأم في النباتات البذرية التي تنشأ منها أربع حبوب لقاح خلال الانقسام المنصِّف.

خنثى: فرد أو بنية تحمل الأعضاء التناسلية الذكرية والأنثوية على السواء، فالزهرة الثنائية الجنس مثلاً تحمل أسدية وأخبية خصبة على السواء. في الميثولوجيا الإغريقية «هرمافروديتوس» (الخنثى) هو اسم ابن هرمس وأفروديت الوسيم، الذي اتحد بالحورية سلماسيس في جسم واحد — نصف رجل ونصف امرأة.

خيط: سويق السداة.

دَرز: خط يحدّد مكان الاتصال بين أجزاء أو أعضاء مختلفة، يمثّل أحيانًا خطوط تفتّح سابقة التشكّل يفتح على طولها مثلاً خباء ثمرة متفتّحة؛ ويتطابق عادةً درز الخباء الظهري مع الحزمة الوعائية الوسطى (الضلع) للخباء،في حين أن الدرز البطني يتطابق عادة مع خط التحام الحواف الخبائية.

دَرز/سُرّة داخلية/كلازة: تعبير طوبوغرافي يصف المنطقة عند قاعدة البويضة حيث يتحد الغشاء (الأغشية) والجُويزة. يشكّل السُرّ والدرز وخط التلاحم نسيجًا متّصلاً من دون أي حدود قاطعة.

دياسبور/ وحدة انتشار: أصغر وحدة للانتشار البذري. تكون الدياسبورات بذورًا، أو ثميرات من ثمار مركّبة أو مشقّقة الأخبية، أو ثمارًا كاملة، أو بوادر (مثل المنغروف).

ديفوني: عصر جيولوجي امتد بين 417 و354 مليون سنة خلت.

ذوات الفلقتين: إحدى المجموعتين الرئيسيّتين من عاريات البذور التي تتميّز بوجود ورقتين متقابلتين (فلقتين) في الجنين. من خاصيّات ذوات الفلقتين النموذجية الأخرى تعرّق شبكي للأوراق وأعضاء زهرية عادة بمجموعة من أربعة أو خمسة وحزم وعائية منتظمة في دائرة ونظام جذري رئيسي دائم ينمو من جُذَير وجزء غليظ ثانوي (موجود في الأشجار والجنبات وغائب عادة في النباتات العشبية). ولقد عُـدّت ذوات الفلقتين لوقت طويل كمجموعة متجانسة،لكنّها قُسمت مؤخّرًا مجموعتين هما المغنولانيات وثنائيات الفلقة الحقيقية.

الرادفتان: الخليتان الموجودتان إلى جانبيّ الخلية البيضة في كيس جنين كاسيات البذور؛ تعمل هاتان الخليتان معًا لدعم الخلية البيضة ومدّها بالغذاء.

رجل الذئب: الاسم الشائع لنبات من فصيلة رجل الذئب من اللازهريّات الوعائية، وهي مجموعة من النباتات الوعائية العديمة البذور المنتجة للأبواغ. في العصر الكربوني 354–290) مليون سنة خلت) كانت نباتات قريبة لرجل الذئب شبيهة بالأشجار مثل ليبدودندرون وسيجيلاريا ونباتات شبيهة بذيل الحصان هي المكوّنات الرئيسية للغابات العملاقة التي ازدهرت في المستنقعات الشاسعة التي شغلت أجزاء كبيرة من كوكبنا. تضم اللازهريّات الوعائية اليوم نحو 1280 نوعًا من النباتات العشبية مثل رجل الذئب (أنواع ليكوبوديوم) والسلجينلّة (أنواع سلاجينلاّ) والمتسانية المائية (أنواع إيزويتِس).

رُقاد : يشير عمومًا إلى فترة هامدة في حياة النبتة. وعندما نتكلّم عن البذور، يجمع الرقاد الآليّات المختلفة التي تضمن عدم إنتاش البذور على الفور، حتى في أفضل الظروف المؤاتية.

زائدة بذرية: زوائد بذرية صالحة للأكل مختلفة المنشأ في عاريات البذور وكاسيات البذور. تنشأ الزوائد البذرية عادةً كمكافأة للحيوانات الناشرة.

زَغَب (في البذرة): حزمة شعر في البذور الريشية تسهّل الانتشار الريشي.

زهرة: فرخ تناسلي قصير له نامية سنمية تحمل على الأقل أحد العضوين الجنسيين التوالديين (ذكر أو أنثى). ينطبق تعريف الزهرة هذا على البنى التناسلية في كل من كاسيات البذور (النباتات المزهرة) وعاريات البذور.

زُهيرة: جزء من نظام الازهرار في النجيليّات (سنيبلة) مؤلّف من القُنّابتين العليا والسفلى اللتين تحيطان نموذجيًّا بزهرة وحيدة. وتُستعمل أيضًا الكلمة «زهيرة» في بعض الأحيان لأزهار السُّعديّات والنجميّات.

سابقة البويضة: بويضة النباتات البذرية الأولى (سرخسيّات بذرية). لم يشكّل الغشاء بعد في سابقات البويضات غلافًا كاملاً حول الجُويزة. فقد تألّف من عدّة فصوص منفصلة منبسطة أحاطت بالجُويزة ككأس، تاركةً القمة مرئية. عند قمتها المكشوفة حملت جويزة سابقات البويضات فتحة قمعية الشكل في الأعلى: الثغر القمعي. وكانت وظيفة هذه الفتحة جمع اللقاح من الهواء ونقله إلى حجرة اللقاح في الأسفل. وكانت حجرة اللقاح هذه واقعة فوق المنطقة تمامًا حيث ينتج النابت المشيجي الكبير حاملات بويضاته. في مركزها عند القعر، قام العمود المركزي، وهو امتداد مشكّل من النسيج الجويزي.

سابقة اللقاح: لقاح أحفوري لعاريات البذور يُعتقد أنه ينتج خلايا ذكرية متحرّكة، بدلاً من إجراء التخصيب بوساطة أنبوب لقاح.

سداة: ورقة الأبواغ الدقيقة في كاسيات البذور، تتألّف من الخيط العقيم الذي يتصل به المئبر الخصب عند القمّة؛ يحمل كل مئبر أربعة أكياس لقاح (حاملات البويغات) تحتوي على حبوب اللقاح (بويغات).

سُرّ: السويق الذي تتعلّق بوساطته البويضة أو البذرة بالمشيمة في المبيض. يعمل السُرّ كحبل سرّي يوفّر للبويضة والبذرة الناميتين الماء والمغذّيات من النبتة الأم.

سرخسيّات بذرية: مجموعة أحفورية من عاريات البذور تشبه سطحيًّا السرخس.

سمة : الطرف العلوي من الخباء القادر على استقبال حبوب اللقاح؛ تكون السمة عادة مرفوعة فوق المبيض بوساطة قلم.

سوط/زائدة سوطية: زوائد خيطية الشكل تسمح للخلايا بالتحرّك.

سويداء: نسيج مغذ في البذور. تشير عمومًا الكلمة «سويداء» إلى النسيج المغذي في بذور كاسيات البذور فقط حيث يمثّل (عادةً) نسيجًا ثلاثي الصبغيّات نتيجة التخصيب المزدوج. يتألّف مخزون الغذاء في بذور عاريات البذور من النسيج الأحادي الصبغيّات للنابت المشيجي الكبير. ومن أجل التمييز بين النوعين المختلفين، يُسمّى النسيج المغذّي في عاريات البذور «السويداء الأوّلية» وفي كاسيات البذور «السويداء الثانوية».

سويداء البذرة: نسيج خزن ثنائي الصبغيّات في بذور كاسيات البذور ينشأ من الجويزة البوغية. يلمع الاسم اليوناني إلى الجنين الذي ينعطف حول جُويزة الخزن المركزية كما في بذور فصيلة القطيفة (قطفيّات) وفصيلة القرنفل(قرنفليّات).

سويق الجنين/سويقة جنينية تحت فلقية: محور الجنين الذي يحدّده الجُذير في أحد طرفيه ونقطة دخول الفلقتين في الطرف الآخر. يلمع الاسم إلى موقع السويق القصير تحت الفلقتين.

سيجيلاريا: نبات عملاق شبيه بالشجر من أنسباء رجل الذئب من العصر الكربوني. انظر أيضًا رجل الذئب.

سيكاسيّات: عاريات بذور قديمة تشبه النخيل سطحيًّا.السيكاسيّات نباتات خشبية تتميّز عادة بجذوع غليظة عديمة الأغصان وأوراق

ريشية كبيرة شبيهة بالنخيل وأكواز كبيرة. السيكاسيات أحافير حيّة شكّلت مصدر غذاء مهمًّا للديناصورات.

صنوبريَات: مجموعة من عاريات البذور تتميّز عادة بأوراق شبيهة بالإبر أو الحراشف وبأزهار أحادية الجنس تُحمل في أكواز. من الأمثلة المعروفة على الصنوبريّات الصنوبر والراتينجية والتنّوب.

ضامّة: تكتّل أو مجموعة من حافظات الأبواغ على الجانب الأسفل من أوراق السرخس.

ضغط الاكتناز: الضغط الهيدروستاتي داخل الخلية النباتية. يؤمّن ضغط الاكتناز الدعم الميكانيكي ويُبقي خلايا النبتة منتفخة. عندما ينخفض ضغط الاكتناز، تبدأ النبتة بالذبول.

طباشيري: عصر جيولوجي امتدّ من 142 إلى 65 مليون سنة خلت.

عاريات البذور: مجموعة غير متجانسة من النباتات الزهرية التي تحمل مبيضاتها على أوراق بوغية كبيرة (أو حراشف بويضية في الصنوبريّات) وليس في أوراق بوغية كبيرة مطبقة (=أخبية) مثل كاسيات البذور. تشمل عاريات البذور ثلاث مجموعات ذات قرابة بعيدة: الصنوبريّات (8 فصائل، 69 جنسًا، 630 نوعًا) والسيكاسيّات (3 فصائل، 11 جنسًا، 292 نوعًا) والجنتويات (3فصائل، 3 أجناس، 95 نوعًا).

غُريفة: التجويف الحامل للبذور في الوزيم.

غشاء الجُويزة: طبقة تغلّف كيس الأبواغ الكبير (جُويزة النباتات البذرية). في عاريات البذور، يغطّي الجُويزة غشاء واحد (سيكاسيّات، صنوبريّات) أو غشاءان (إيفدرا، فلفيتشيا) أو ثلاثة أغشية (جنتوم)؛ وتملك كاسيات البذور إمّا غشاءً واحدًا أو غشاءين.

غلاف الثمرة: غلاف المبيض في مرحلة الإثمار. ويمكن لغلاف الثمرة أن يكون متجانس التكوين (كما في العنبيّات) أو متميزًا بثلاث طبقات (كما في النوويّات) تُدعى غلاف الثمرة الخارجي ولبّ الثمرة وغلاف الثمرة الداخلي.

غلاف الثمرة الداخلي: الطبقة الداخلية لغلاف الثمرة التي تشكّل النواة الصلبة في النوويات.

غلاف بذرة لحمي: قشرة.

فصيلة: إحدى الوحدات الرئيسية في النظام الهرمي لتصنيف الكائنات الحية. وحدات التصنيف الأساسية هي (بالترتيب التنازلي) الطائفة والرتبة والفصيلة والجنس والنوع.

فلقة: الورقة الأولى (في وحيدات الفلقة) أو زوج الورقات (ذوات الفلقتين) في الجنين.

قشرة (بذرية)صلبة: الطبقة الداخلية الصلبة لبذرة لحمية الغلاف. يُستخدم هذا التعبير أكثر للطبقة الصلبة الشبيهة بالحجر من غلاف البذرة في عاريات البذور مقارنة بالبنى المشابهة لها عند كاسيات البذور.

قشرة، غلاف الثمرة الخارجي: الطبقة الخارجية من غلاف الثمرة، وتكون في أغلب الأعيان غشاءً رقيقًا أو قشرة جلدية القوام.

قطرة تلقيح: قطرة من سائل يفرزه بُويب عدد كبير من عاريات البذور كوسيلة لجمع اللقاح. تجري في النهاية إعادة امتصاص قطرة اللقاح وتُشفط إلى غرفة اللقاح.

قلم (السمة): في كاسيات البذور، الجزء المستطيل الضيّق من خباء أو مدقّة الذي يصل بين السمة والمبيض والذي تنمو عبره أنابيب اللقاح نزولاً إلى المبيض.

قمع: بنية شبيهة بالكوب تحيط ببويضات النباتات البذرية الأولى (سرخسيّات بذرية).

قميص: في السرخس، نامية غشائية من بشرة الورقة تغطّي ضامّة (تكتّل من أكياس البوغ).

قنابة: ورقة مصغَّرة أو بدائية في منطقة الزهرة أو نظام الازهرار. يمكن أن تكون القِنابة خضراء صغيرة وغير بارزة أو كبيرة زاهية الألوان.

كأس: مجموع كأسيّات الزهرة،أي الدُّوّارة الخارجية للأوراق الزهرية في الكم.

كاسيات البذور: قسم النباتات البذرية التي تحمل بويضات وبذورًا في أوراق بوغية كبيرة مطبقة (أخبية)، بخلاف عاريات البذور، التي تمتلك بويضات وبذورًا مكشوفة تُحمل «عارية» على الأوراق البوغية الكبيرة. تتميّز كاسيات البذور بعملية توالد جنسي فريدة تُدعى «الإخصاب المزدوج». ووفقًا لعدد الأوراق (الفلقات) الموجودة في الجنين، يمكن التمييز بين مجموعتين كبيرتين: وحيدات الفلقة وذوات الفلقتين. تُعرف كاسيات البذور بالنباتات المزهرة حتى وإن كانت الأعضاء التناسلية في بعض عاريات البذور تُحمل أيضًا في بنى ينطبق عليها تعريف الزهرة.

كأسيّة: في الأزهار حيث الدُّوّارة الخارجية من الكم المتجانس تختلف عن الدُّوّارة الداخلية، وتُسمّى عناصر الدوّارة الخارجية الكأسيّات. وتشكّل جملة الكأسيّات الكأس الزهرية الخضراء التي تكون عمومًا غير بارزة للنظر.

كربوني: عصر جيولوجي امتد بين 354 و290 مليون سنة خلت.

كمّ: الغلاف الزهري الذي يتميّز بوضوح إلى كأس (دوّارة الكم الخارجية) وتويج (دوّارة الكم الداخلية).

كَنْباث، ذنب الخيل: الاسم الشائع لنبات من فصيلة الكنباثاويّات، وهي مجموعة من النباتات الوعائية العديمة البذور المنتجة للأبواغ. في العصر الكربوني، أي منذ ثلاثمئة مليون سنة، كانت الغابات والمستنقعات في الأراضي المنخفضة تتألّف من مجموعة كبيرة وشديدة التنوّع من الأشجار المنتجة للأبواغ، أبرزها قريبات لرجل الذئب وذنب الخيل. تتميّز النباتات في فصيلة الكنباثاويّات بسوق مستقيمة مع أغصان أو أوراق تترتّب في دوّارات منتظمة. لم يبقَ اليوم من الكنباثاويّات سوى جنس وحيد حيّ هو إكويسيتوم ، ويضم نحو 15 نوعًا حول العالم.

كيس البوغ/حافظة الأبواغ: وعاء له جدار خلوي خارجي وقلب من الخلايا التي تنتج أبواغًا.

كيس الجنين: النابت المشيجي الأنثى (نابت مشيجي كبير) في كاسيات البذور. ينشأ كيس الجنين من البوغ الكبير العامل، عادةً من خلال ثلاثة انقسامات صحيحة، للحصول على ما مجموعه ثماني نوى موزّعة على سبع **خلايا:** جهاز بيضة مؤلّف من البيضة الخلية ورادفتين، وثلاث خلايا معاكسة، وخلية مركزية واحدة ثنائية النوى.

كيس لقاح: حافظة الأبواغ الدقيقة في كاسيات البذور؛ يحمل المئبر الواحد نموذجيًّا أربعة أكياس لقاح.

لا زهريّات: كلمة جمعية قديمة تشير إلى النباتات كافة التي لا تحمل أزهارًا يمكن التعرّف إليها. تشمل اللازهريّات الطحالب والفطور (ليست نباتات حقيقية) والحزاز والسرخس وحليفات السرخس. ويشير معنى اسمها اليوناني «كريبتوغام» – الذين يتسافدون في السر– إلى غياب الأزهار كمؤشّرات واضحة على التكاثر الجنسي.

لاقحة: بيضة خلية مخصبة (ثنائية الصبغيّات).

لبّ الثمرة: الطبقة المتوسّطة اللحمية من غلاف الثمرة في ثمرة نووية.

لبيدودندرون (شجرة حرشفية): نسيب رجل الذئب شبيه بشجرة عملاقة من العصر الكربوني. انظر أيضًا رجل الذئب.

لقاح: بُويغات النباتات البذرية القادرة على الإنتاش على حافظة الأبواغ الكبيرة أو قربها لإنتاج نابت مشيجي دقيق بالغ الصغر وشديد التبسيط.

مئبر: الجزء الحامل للقاح من ورقة الأبواغ الدقيقة (السداة) في كاسيات البذور. ويتألّف المئبر من نصفين خصبين يُدعيان كيسيّ الأبواغ/الغلافين، يحمل كل منهما كيسين من اللقاح (= حاملي الأبواغ)، يتفتّحان عادة بشقوق طولانية أو مصارع أو مسام. يصل بين هذين النصفين جزء عقيم يُدعى «الجزء الضامّ» وهو أيضًا النقطة التي يتّصل فيها المئبر بالخيط.

مئبرية: عضو تناسلي ذكر لنابت مشيجي ذكر أو خنثى ينتج الأمشجة الذكرية ويحويها. تكون المئبريّات كاملة النمو في الحزاز والسرخس وحليفات السرخس بالمعنى العريض، لكنّها غائبة في عاريات البذور وكاسيات البذور.

ماصّة النُسغ: كلمة عامة تشير إلى الأعضاء الماصّة تؤمّن للنبتة أو الفطر أو عضو محدّد الماء و/أو المغذّيات (مثل نامية من الساق، الجذر، الحبيكة، إلخ)، وتُستعمل خصوصًا للبنية الخاصة التي تمتص بها الطفيليّات الماء والمغذّيات من نباتاتها المضيفة. ويمكن أن تتكوّن ماصّات النسغ من المعلاق أو الخلايا الرادفة أو الخلايا المعاكسة أو السويداء في البذور النامية لتسهيل امتصاص المغذّيات من الأنسجة المحيطة.

مبيض: جزء متضخّم وعادة سفلي من مدقّة، يحتوي على البويضات.

متفتّح بالرطوبة: انظر تفتّح بالرطوبة.

مجهر إلكتروني ماسح: أداة علمية تولّد صورًا مكبّرة بدرجات كبيرة وبتحديد شديد الدقّة عبر استخدام حزمة أشعة إلكترونية لمسح العيّنة.

مدقّة: مبيض فردي يحمل قلمًا واحدًا وسمة واحدة أو أكثر ويتألّف من خباء واحد أو أكثر؛ جاء بهذه الكلمة تورنفور عام 1700 ويستخدم حاليًّا عدد كبير من الكتّاب العلميين الكلمة مدقّة للإشارة فقط إلى المبيضات المتّحدة الأخبية أو يُسقطون استخدامها ويستبدلون بها الوزيم.

مستقيمة (للبويضة): أنظر استقامة.

مشيج : خلية جرثومية ذكر أو أنثى أحادية الصبغيّات. يتحد المشيجان الذكر والأنثى عند الجماع. وبخلاف الأبواغ، لا يمكنها توليد فرد جديد أو جيل جديد إلاّ بعد اتحادها مع مشيج من الجنس الآخر.

مُشيرة: نابت مشيجي صغير أحادي الصبغيّات (ذكري أو أنثوي أو خنثى). نجد مُشيرات نامية جيّدًا في الطحالب والحزاز والسرخس

وحليفات السرخس وبعض عاريات البذور. تنمو المُشيرة من بوغ أحادي الصبغيّات ويُنتج إمّا مئبريّات أو حاملات بويضات أو كليهما. في كاسيات البذور، تكون النوابت المشيجية الذكرية والأنثوية قليلة النمو (من دون تشكيل مئبريّات أو حاملات بويضات) ويماثل أنبوب اللقاح وكيس الجنين النابت المشيجي الصغير والنابت المشيجي الكبير.

مشيمة: منطقة ضمن المبيض حيث تتكوّن البويضات وتظل متّصلة (عادة بوساطة السُّرّ) بالنبتة الأم حتى تنضج البذور. في علم النبات، أخِذت هذه الكلمة من بنية مشابهة يتعلّق بها الجنين في الحيوانات والإنسان.

مظلّة/شُعيرات ناشرة: هُلب أو سفا أو حراشف تنشأ من الحافة العليا لثمرة النجميّات، تمثّل ربّما كأسًا مصغّرة. غالبًا ما تكون المظلّة تكيّفًا على انتشار الثمرة بوساطة الريح (ثمرة مظلّية، سيبسيلا)، كما في الطرخشقون (تَراكساكوم أوفيسينالي) مثلاً أو في فومي المروج) تراغوبوغون بارنتيس(.

معلاق: في النباتات البذرية، عضو ينمو من اللاقحة، بشكل رئيسي عبر انقسامات خلوية مستعرضة، إلى عضو شبيه بالسويق يحمل الجنين في طرفه.

مكرومتر: جزء من مليون من المتر (جزء من ألف من المليمتر)، واختصاره μم.

منقلبة/منعكسة (للبويضة): انظر انقلاب / انعكاس البييضة.

مورفولوجيا/علم التشكّل: دراسة الشكل في معناه الأوسع ولكن تُقصر عادة على البنية الخارجية للكائن الحي مقارنةً بالتشريح الذي يشير إلى البنية الداخلية للكائن الحي.

قِنابة: ورقة مصغَّرة أو بدائية في منطقة الزهرة أو نظام الازهرار. يَمكن أن تكون القِنابة خضراء صغيرة وغير بارزة أو كبيرة زاهية الألوان.

نابت بوغي: يعني حرفيًّا »النبات الذي ينتج الأبواغ«؛ الجيل الثنائي الصبغيّات في دورة حياة النباتات الذي ينتج أبواغًا لا جنسية أحادية الصبغيّات تنشأ منها النوابت المشيجية الأحادية الصبغيّات.

نابت مشيجي صغير: مُشَيرة ذكر تنمو من البوغ الصغير، تنتج في النهاية الأمشجة الذكرية (الخلايا الذكرية/الحييات المنوية). ينتج النابت المشيجي الصغير في اللا زهريات أعضاء خاصة (مئبريّات) تنتج بدورها أمشجة ذكرية. في النباتات البذرية، يتقلّص النابت المشيجي الصغير إلى حد بعيد (يتمثّل بحبّة اللقاح المنتشة) ولا ينتج مئبريّات بل نوى خلايا ذكرية فقط.

نابت مشيجي كبي: نابت مشيجي أنثى ينشأ من البوغ الكبير ، وينتج في مآل الأمر الأمشجة الأنثوية (خلايا بويضية). في عاريات البذور، يُنشىء النابت المشيجي الكبير حاملات البويضات ويدوم كنسيج البذرة المغذّي؛ وما يماثل النابت المشيجي الكبير في كاسيات البذور هو الكيس الجنيني.

نابت مشيجي/طور أو جيل مشيجي: الجيل الأحادي الصبغيات عمومًا في دورة حياة النبتة الذي ينتج الأمشاج. من الأمثلة على ذلك مُشَيرة السرخس أو المُشَيرة الكبيرة (نابت مشيجي أنثى) وحبّة اللقاح المنتشة (مُشَيرة ذكرية صغيرة = نابت مشيجي ذكري) في النباتات البذرية.

نبات بالستي ريحي: نبات ينشر دياسبوراته بالبالستية الريحية؛ انظر بالستية ريحية.

نبات متكافل مع الفطور: يشير إلى النباتات التي تعيش بالتكافل مع الفطور.

نباتات بذرية: نباتات تنتج البذور. مجموعة من النباتات تتصف بنمو النابت المشيجي الأنثى وبقائه داخل حاملة أبواغ كبيرة مغلّفة بغشاء (بويضة)، تنمو لتصبح بذرة بعد تخصيب الخلية البويضية. تشمل النباتات البذرية مجموعتين رئيسيّتين هما عاريات البذور وكاسيات البذور.

نباتات بذرية : نباتات تنتج بذورًا.

نباتات مزهرة (أنتوفيتا): تعبير غالبًا ما يُستعمل كمرادف لكاسيات البذور. غير أن النباتات المزهرة تشمل أيضًا بعض عاريات البذور والبنتيتاليّات المنقرضة الشبيهة بالسيكاسيّات ونسيبتها القريبة بنتوكزيلون ورتبة الجنتويّات الحالية (التي تشمل الأجناس الثلاثة إيفدرا وجنتوم وفلفيتشيا).

نباتات مزهرة: لها معنى مختلف في المناطق المختلفة وفقًا لتعريف الزهرة. أما في أوروبا القارية فيُعدّ أنها تشمل كاسيات البذور وعاريات البذور على السواء، وفي الولايات المتحدة وكندا والمملكة المتّحدة لا تنطبق العبارة إلاّ على كاسيات البذور. ومن الناحية العلمية البحتة، تُحدَّد »النباتات المزهرة« بتعريف «أنتوفيتا».

نظام ازهرار: جزء من النبتة يحمل مجموعة من الأزهار؛ يمكن أن تكون أنظمة الازهرار مجموعة غير متراصة من الأزهار (كما في الزنبق) أو بنى شديدة التراص ومتمايزة تشبه زهرة فردية كما في فصيلة عبّاد الشمس (النجميّات).

نقير: في البذرة، نقطة تعلّق السرّ أو (في حال كان غائبًا) المشيمة. ويأتي المعنى الحالي للكلمة اللاتينية »هيلوم» من الاعتقاد بأن هذه الكلمة عنت في الأصل »شيئًا يلتصق بحبّة فاصوليا«

نواة: جزء مستقل من الخلية يحتوي على معلوماتها الجينية.

نواة ذكر: المشيج الذكري البالغ الصغر وغير المتحرّك للصنوبريّات وكاسيات البذور.

النواتان القطبيّتان: النواتان الموجودتان في الخلية المركزية لكيس جنين كاسيات البذور.

وحيدات الفلقة: إحدى المجموعتين الأساسيّتين من كاسيات البذور التي تتميّز بوجود ورقة (فلقة) واحدة فقط في الجنين. من الخصائص النموذجية الأخرى لوحيدات الفلقة تعرّق الورق المتوازي، وانتظام الأعضاء الزهرية عادة في دوّارات ثلاثية، وحُزم وعائية منتشرة، وجذر رئيسي بدائي، سرعان ما يُستبدَل به جذور جانبية عرضية (أي جذور تكوّنها الساق)، وغياب التثخّن الثانوي، ما يفسّر أن معظم أحاديّات الفلقة هي من النباتات العشبية.

ورقة الأبواغ الدقيقة أو الصغيرة: ورقة خصبة متخصّصة تنتج حاملات بويغات ذات أبواغ ذكرية، مثل سداة كاسيات البذور.

ورقة الأبواغ الكبيرة: ورقة خصبة تحمل كيس بوغ واحدًا أو أكثر. تحمل عادةً النباتات المتعدّدة الأبواغ أوراق أبواغ دقيقة متخصّصة تنتج الأبواغ (الدقيقة) الذكرية وأوراق أبواغ كبيرة تنتج الأبواغ (الكبيرة) الأنثوية.

وزيم: جملة الأخبية في الزهرة، بغض النظر عمّا إذا كانت متّحدة أو سائبة.

وزيم سائب الأخبية: وزيم (الأجزاء الأنثى من الزهرة) مؤلّف من خباءين منفصلين أو أكثر، يشكّل كل منها مدقّة مستقلّة.

وزيم متّحد الأخبية: وزيم يتألّف من خباءين متحدين أو أكثر.

مراجع

بذور وعلم نبات

Arditti, J. & Abdul Karim Abdul Ghani (2000) Numerical and physical properties of orchid seeds and their biological implications (Tansley Review No. 110). *New Phytologist* 145: 367-421.
Armstrong, W.P. A nonprofit natural history textbook dedicated to little-known facts and trivia about natural history subjects. www.waynes-word.com.
Baskin, C.C. & Baskin, J.M. (1998) *Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination*. San Diego, CA: Academic Press.
Bailey, J. (editor) (1999) *The Penguin Dictionary of Plant Sciences*. Second edition (completely revised). Penguin Books, London, England.
Barthlott, W. & Ziegler, B. (1981) Mikromorphologie der Samenschalen als systematisches Merkmal bei Orchideen. *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 94: 267-27.
Bateman, R.M. & DiMichele, W.A. (1994) Heterospory: the most iterative key inno-vation in the evolutionary history of the plant kingdom. *Botanical Reviews* 69: 345-417.
Beattie, A.J. (1985) *The evolutionary ecology of ant-plant mutualism*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
Beck, C.B. (editor) (1988) *Origin and early evolution of gymnosperms*. Columbia University Press, New York, USA.
Beer, J.G. (1863) *Beiträge zur Morphologie und Biologie der Familie der Orchideen*. Wien.
Boesewinkel, F.D. and Bouman, F. (1984) The seed: structure. In: Johri, B.M (ed.): *Embryology of angiosperms*, pp. 567-610. Springer Verlag, Heidelberg.
Bond, W. & Sillingsby, P. (1984) Collapse of an ant-plant mutualism: the argentine ant (*Iridomyrmex humilis*) and myrmecochorous Proteaceae. *Ecology* 65: 1031-1037.
Bouman, F. (1984) The ovule. In: Johri, J.B. (ed.): *Embryology of the angiosperms*, pp. 123-157. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo.
Bouman, F., Boesewinkel, D., Bregman, R., Devente, N. & Oostermeijer, G. (2000) *Verspreiding van zaden*. KNNV Uitgeverij, Utrecht.
Bresinsky, A. (1963) Bau, Entwicklungsgeschichte und Inhaltsstoffe der Elaiosomen. Studien zur myrmekochoren Verbreitung von Samen und Früchten. *Bibliotheca Botanica* 126: 1-54.
Brouwer, W. & Stählin, S.A. (1975) *Handbuch der Samenkunde*, *2. Auflage*. DLG Verlag, Frankfurt.
Burgt, X.M. van der (1997) Explosive seed dispersal of the rainforest tree Tetraberlinia morelina (Leguminosae - Caesalpiniodeae) in Gabon. *Journal of Ecology* 13: 145-151.
Burrows, F.M. (1975) Wind-borne seed and fruit movement. *New Phytologist* 75: 405-418.
Camus, J.M., Jermy, A.C. & Thomas, B.A. (1991) *A World of Ferns*. Natural History Museum Publications, London.
Candolle, A.P. de (1813) *Théorie élémentaire de la botanique*. Déterville, Paris.
Cook, C.D.K. (1990) Seed-dispersal of *Nymphoides peltata* (S.G. Gmelin) O. Kuntze (Menyanthaceae). *Aquatic Botany* 37: 325-340.

هندسة

Adam, H.C. (1999) *Karl Blossfeldt*. Prestel, Munich.
Aldersly-Williams, H. (2003) *Zoomorphic – New Animal Architecture,* Laurence King, London.
Diffey, T.J. (1993) Natural Beauty without metaphysics. Published in, *Landscape, natural beauty and the arts*, Cambridge University Press.
Ede, S (2000) *Strange and Charmed.* Calouste Gulbenkian Foundation, London.
Fairnington, M (2002) *Dead or Alive, Natural History Painting*, Black Dog Publishing, London.
Frankel, F. (2002) *Envisioning Science, The Design and Craft of the Science Image*. MIT Press, Cambridge MA.
Gamwell, L. (2002) *Exploring the Invisible, Art Science and the Spiritual*. Princeton University Press, Princeton NJ.
Haeckel, E. (1904) *Art Forms in Nature*. Reprinted, 1998. Prestel, Munich.
Kemp, M. (2000) *Visualizations, the Nature Book of Art and Science*. Oxford University Press, Oxford.
Kesseler, R. (2001) *Pollinate*. Grizedale Arts and The Wordsworth Trust, Cumbria.
Lethaby, W.R (1922) *Form in Civilization, Collected essays on Art & Labour,* Oxford University Press, London.
Martin, G & Laoec, R. (2002) *Macrophotography, learning from a master*, Abrams, NY.
Portoghesi, P. (2000) *Nature and Architecture*, Skira Editore, Milan.
Stafford, B.M. (1994) *Artful Science, Enlightenment, Entertainment and the Eclipse of the Visual Image*. MIT Press, Cambridge MA.
Stafford, B.M. (1996) *Good Looking, Essays on the Virtue of Images.* MIT Press, Cambridge MA.
Thomas, A. (1997) *The Beauty of Another Order, Photography in Science*. Yale University Press, New Haven.
Thompson, D'Arcy (1917) *On Growth and Form*, repr., Cambridge University Press
Walter Lack, H. (2001) *Garden Eden*. Taschen, Koln.
Rauh, W., Barthlott, W. & Ehler, N. (1975) Morphologie und Funktion der Testa staubförmiger Flugsamen. *Botanische Jahrbücher für Systematik, Pflanzengeschichte und Pflanzengeographie* 96: 353-374.
Raven, P.H., Evert, R.F. & Eichhorn, S.E. (1999) *Biology of plants*. W.H. Freeman, New York.
Rheede van Oudtshoorn, K. van & Rooyen, M.W. van (1999) *Dispersal biology of desert plants. Adaptations of Desert Organisms*. Springer-Verlag, Berlin.
Roth, I. (1977) *Fruits of angiosperms*. Gebrüder Borntraeger, Berlin & Stuttgart. 675 pp.
Sernander, R. (1906) *Entwurf einer Monographie der europäischen Myrmekochoren*. Kungliga Svenska Vetenskapsakademiens Handlingar 41: 1-410.
Shen-Miller, J. Mudgett, M.B., Schopf, J.W., Clarke, S. & Berger R. (1995) Exceptional seed longevity and robust growth: ancient Sacred Lotus from China. *American Journal of Botany* 82: 1367-1380.
Sorensen, A.E. (1986) Seed dispersal by adhesion. *Annual Review of Ecology and Systematics* 17: 443-463.
Spjut, R.W. (1994) A systematic treatment of fruit types. *Memoirs of the New York Botanic Garden* 70:1-182.
Spjut, R.W. & Thieret, J.W. (1989) Confusion between multiple and aggregate fruits. *Botanical Reviews* 55: 53-72.
Stearn, W.T. (1992) *Botanical Latin*. David & Charles, Devon.
Stuppy, W. & Kesseler, R. (2008) *Fruit – Edible, Inedible, Incredible*. Papadakis Publisher, London.
Stützel, T. & Röwekamp, I. (1999) Bestäubungsbiologie bei Nacktsamern (Gymnospermen). In: Zizka, G. & Schneckenburger, S. (eds.) *Blütenökologie – faszinierendes Miteinander von Pflanzen und Tieren.* Kleine Senckenberg-Reihe Nr. 33 – Palmengarten Sonderheft Nr. 31.
Takhtajan (Takhtadzhyan), A. (editor) (1985, 1988, 1991, 1992, 1996, 2000) *Anatomia Seminum Comparativa*. Vol. 1-6. Nauka, Leningrad. [in Russian]
Ulbrich, E. (1919) *Deutsche Myrmekochoren; Beobachtungen über die Verbreitung heimischer Pflanzen durch Ameisen*. Fischer, Leipzig & Berlin.
Ulbrich, E. (1928) *Biologie der Früchte und Samen (Karpobiologie)*. Springer, Berlin, Heidelberg, New York.
Wasserthal, L.T. (1997) The pollinators of the Malagasy star orchids *Angraecum sesquipedale*, *A. sororium* and *A. compactum* and the evolution of the extremely long spurs by pollinator shift. *Botanica Acta* 110: 1-17.
Werker, E. (1997) *Seed anatomy*. (Encyclopedia of plant anatomy, Vol. 10, Part 3: Spezieller Teil). Gebrüder Borntraeger, Berlin, Stuttgart.
Corner, E.J.H. (1976) *The seeds of Dicotyledons*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
Fenner, M. & Thompson, K. (2005) *The ecology of seeds*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
Gaertner, J. (1788, 1790, 1791, 1792) *De fructibus et seminibus plantarum*. 4 Vols. Academiae Carolinae, Stuttgart.
Govaerts, R. (2001) How many species of seed plants are there?. *Taxon* 50, 1085-1090.
Gunn, C.R. & Dennis, J.V. (1999) *World guide to tropical drift seeds and fruits* (reprint of the 1976 edition). Krieger Publishing Company, Malabar, Florida, USA.
Harper, J.L., Lovell, P.H. & Moore, K.G. (1970) The shapes and sizes of seeds. *Annual Review of Ecology and Systematics* 1: 237-356.
Harrington, J.F. (1972) Seed storage and longevity. *Seed Biology* 3: 145-245.
Heywood, V.H. (editor) (1978) *Flowering Plants of the World*. Oxford University Press, Oxford, London, Melbourne.
Howe, H.F. & Smallwood, J. (1982) Ecology of seed dispersal. *Annual Review of Ecology and Systematics* 13: 201-228.
Jeffrey, C. (1989) *Biological Nomenclature*. 3rd Edition. Systematics Association, Edward Arnold, London.
Jones, D.L. (2002) *Cycads of the world*, 2nd edition. Reed New Holland Publishers, Sydney, Auckland, London, Cape Town.
Kenrick, P. & Davis, P. (2004) *Fossil plants.* Natural History Museum, London.
Kerner von Marilaun, A. & Oliver, F.W. (1903) *The Natural History of Plants*. Vol. II. The Gresham Publishing Company, London.
Kuijt, J. (1969) *The biology of parasitic flowering plants*. University of California Press, Berkeley, USA.
Leins, P. (2000) *Blüte und Frucht*. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung. Stuttgart, Berlin, 390 pp.
Lindley, J. (1832) *An introduction to botany*. Longman, Rees, Orme, Brown, Green & Longmans, London.
Link, H.F. (1798) *Philosophiae botanicae novae*. C. Dieterich, Göttingen.
Loewer, P. (2005) *Seeds – the definitive guide to growing, history and lore*. Timber Press, Portland, Cambridge, USA.
Mabberley, D.J. (1987) The plant-book. Cambridge University Press.
Mabberley, D.J. (1997) *The plant-book*, 2nd edition. Cambridge University Press.
Martin, A.C. (1946) The comparative internal morphology of seeds. *American Midland Naturalist* 36: 513-660.
Matlack, G.R. (1987) Diaspore size, shape, and fall behaviour in wind-dispersed plant species. *American Journal of Botany* 74: 1150-1160.
Netolitzky, F. (1926) *Anatomie der Angiospermen-Samen*. Berlin, Gebrüder Borntraeger (in: Linsbauer, K. (ed.): *Handbuch der Pflanzenanatomie*, II. Abt., 2. Teil, Band 10).
Perry, E.L. IV & Dennis, J.V. (2003) *Sea-beans from the tropics – a collector's guide to sea-beans and other tropical drift on Atlantic shores*. Krieger Publishing Company, Malabar, Florida, USA.
Pijl, L. van der (1982) *Principles of dispersal in higher plants*, 3rd ed. Springer, Berlin, Heidelberg, New York.
Priestley, D.A. (1986) *Seed aging*. Cornell University, Ithaca, USA.

فهرس النباتات المصوّرة

البلد أو المنطقة	الاسم الإنكليزي الشائع	الاسم العربي الشائع	الاسم اللاتيني، ومرجعية الاسم	الفصيلة النباتية
موطنها الأصلي المناطق الاستوائية حول العالم	rosary pea, paternoster pea, *174*	عصبة السوس، بسلّة أميركية	**Abrus precatorius** L.	Fabaceae قرنيّات
جُمع في بوتسوانا	no common name, *205*	لا اسم شائع له	**Abutilon angulatum** (Guill. & Perr.) Mast.	Malvaceae خبّازيّات
نوع زراعي بستاني	abutilon, *204*	أبوطيلون	**Abutilon pictum** cv.	Malvaceae خبّازيّات
جُمع في جنوب غرب أستراليا	coastal wattle, *174*	سنط ساحلي	**Acacia cyclops** A. Cunn. & G. Don	Fabaceae قرنيّات
موطنه الأصلي أوروبا وغرب آسيا	sycamore maple, *95*	قيقب دلبي كاذب	**Acer pseudoplatanus** L.	Sapindaceae صابونيّات
جُمع في بوركينا فاسو؛ موطنه الأصلي أفريقيا الاستوائية	African mahogany, *150*, *151*	ماهوغوني أفريقي	**Afzelia africana** Sm.	Fabaceae قرنيّات
نوع زراعي، وايكهورست بلايس؛ موطنه الأصلي منطقة المتوسّط	corncockle, *230*, *231*	لُخنيس الحنطة، سراج القطرب	**Agrostemma githago** L.	Caryophyllaceae قرنفليّات
موطنه الأصلي وسط وجنوب شرق أوروبا	pale hollyhock, *208*, *209*	خطمي شاحب	**Alcea pallida** (Waldst. & Kit. ex Willd.) Waldst. & Kit.	Malvaceae خبّازيّات
موطنه الأصلي أوراسيا وشمال أفريقيا	wild leak, *250*, *251*	كرّاث برّي، كرّاث الكرم، ثوم الشرق	**Allium ampeloprasum** L.	Alliaceae ثوميّات
جُمعت في مدغشقر؛ موطنها الأصلي مدغشقر	no common name, *67*	لا اسم شائع لها	**Aloe trachyticola** (H. Perrier) Reynolds	Asphodelaceae بَروقيّات
مزروعة، كيو؛ موطنه الأصلي المناطق الاستوائية في العالم القديم	no common name, *27*	لا اسم شائع لها	**Ampelopteris prolifera** (Retz.) Copel.	Thelypteridaceae سرخسيّات مستنقعية
مزروعة، وايهورست بلايس؛ موطنها الأصلي أوروبا لكنّها مستوطنة على نطاق واسع	scarlet pimpernel, *162*	أناغالِس، حشيشة الحلمة، عشبة العلق	**Anagallis arvensis** L.	Primulaceae ربيعيّات
جُمع في المملكة العربية السعودية؛ موطنه الأصلي منطقة المتوسّط	stinking bean trefoil, purging trefoil, *68*	أناغورس، خرّوب الخنزير، يَنبوت	**Anagyris foetida** L.	Fabiaceae قرنيّات
مزروع، كيو؛ موطنه الأصلي منطقة المتوسّط	no common name, *124*, *125*	لا اسم شائع له	**Anarrhinum orientale** Benth.	Plantaginaceae حمليّات
موطنه الأصلي آسيا الوسطى	dill, *83*	شبث	**Anethum graveolens** L.	Apiaceae خيميّات
موطنها الأصلي مدغشقر	Malagasy comet orchid, *52*, *53*	سحلبية مدغشقر المذنّبية، سحلبية داروين	**Angraecum sesquipedale** Thouars	سحلبيّات Orchidaceae
جُمعت في كاليفورنيا؛ موطنها الأصلي كاليفورنيا والمكسيك (باخا كاليفورنيا)	Coutler's snapdragon, *10*	خطميّة كولتر	**Antirrhinum coulterianum** Benth.	حمليّات Plantaginaceae
جُمعت في أيداهو، الولايات المتحدة؛ موطنها الأصلي أميركا الشمالية	Franklin's sandwort, *112*, *113*	رمليّة فرنكلين	**Arenaria franklinii** Douglas ex Hook.	Caryophyllaceae قرنفليّات
موطنها الأصلي المكسيك	living rock cactus, *2*, *3*, *220*, *221*	صبّار الحجر الحي	**Ariocarpus retusus S**cheidw.	Cactaceae صبّاريّات
جُمع في المكسيك؛ موطنه الأصلي من المكسيك إلى نيكاراغوا	palo de agua, *96*	بالو دي أغوا	**Astianthus viminalis** (Kunth) Baill.	Bignoniaceae بغنونيّات
موطنه الأصلي الأمازون	murumuru palm, *71*	نخل مورومورو	**Astrocaryum murumuru** Mart.	Arecaceae نخليّات
مزروع، كيو؛ موطنه الأصلي المناطق الاستوائية والحارة كافة، مستوطن في أوروبا	duckweed fern, *28*	سرخس عدس الماء	**Azolla filiculoides** Lam.	Azollaceae أزوليّات
موطنه الأصلي المكسيك	aztec cactus, *76*	صبّار الأزتيك	**Aztekium ritteri** Boed.	Cactaceae صبّاريّات
موطنه الأصلي البرازيل	Brazil nut, *89*	جوز البرازيل	**Bertholletia excelsa** Bonpl.	Lecythidaceae لوسيتيّات
جُمع في جنوب أفريقيا؛موطنه الأصلي جنوب أفريقيا	klapperbossie (Afrikaans), *110*, *111*	كلابربوسي	**Blepharis mitrata** C.B. Clarke	Acanthacae أقنثيّات
جُمع في بوليفيا؛ موطنه الأصلي الأرجنتين وبوليفيا	no common name, *77*	لا اسم شائع له	**Blossfeldia liliputana** Werderm.	Cactaceae صبّاريّات
جُمعت في مالاوي؛ موطنها الأصلي أفريقيا الاستوائية	njenje, *68*	إبراخستيجيا	**Brachystegia utilis** Hutch. & Burtt Davy	Fabaceae قرنيّات
جُمع في جامايكا؛ موطنه الأصلي المناطق الاستوائية	yellow nickernut, *136*	بندق هندي	**Caesalpinia major** (Medik.) Dandy & Exell	Fabaceae قرنيّات
جُمعت في استراليا الجنوبية؛ موطنها الأصلي أستراليا	twining purslane, *200*, *201*	رِجلة ملتفّة	**Calandrinia eremaea** Ewar	Portulacaceae رجليّات
مزروع في كيو؛ لا اسم شائع للموطن الأصلي	pot marigold, *210*, *211*	آذريون الحدائق	**Calendula officinalis** L.	Asteraceae نجميّات
موطنه الأصلي المناطق المعتدلة الشمالية	marsh marigold, *132*	آذريون الماء	**Caltha palustris** L.	Ranunculaceae حوذانيّات
موطنه الأصلي منطقة المتوسّط	caraway, *82*	كَرَويا	**Carum carvi** L.	Apiaceae خيميّات
جُمعت في كاليفورنيا، الولايات المتحدة؛ موطنه الأصلي أميركا الشمالية	purple owl's clover, exserted Indian paintbrush, *1*	نفل البوم الأرجواني	**Castilleja exserta** (A. Heller) T.I. Chuang & Heckard ssp. **latifolia** (S.Watson) T.I. Chuang & Heckard	Orobanchaceae جعفيليّات
جُمعت في أيداهو، الولايات المتحدة؛ موطنها الأصلي أميركا الشمالية	yellow paintbrush, *65*	كستيخا صفراء	**Castilleja flava** S.Watson	Orobanchaceae جعفيليّات
مزروع في كيو؛ موطنه الأصلي شمال أفريقيا	Atlas cedar, *46*	أرز الأطلس	**Cedrus atlantica** (Endl.) Manetti ex Carrière	Pinaceae صنوبريّات
جُمع في المملكة المتحدة؛ موطنه الأصلي أوراسيا	cornflower, *47*, *144*, *145*	قنطريون عنبري	**Centaurea cyanus** L.	Asteraceae نجميّات
موطنها الأصلي أميركا الجنوبية	tarara amarilla, *94*	ترارا أماريّا، خشب الكنار	**Centrolobium microchaete** (Mart. ex Benth.) Lima ex G. P. Lewis	Fabaceae قرنيّات
موطنه الأصلي مقاطعة الكاب في جنوب أفريقيا	no common name, *133*	لا اسم شائع له	**Cephalophyllum loreum** (L.) Schwant.	Aizoaceae أيزونيّات
موطنها الأصلي من السيشيل إلى الهادئ	pink-eyed cerbera, *134*	سربيرة	**Cerbera manghas** L.	Apocynaceae دِفليّات
جُمعت في المملكة المتحدة؛ موطنها الأصلي أوراسيا	chicory, *212*, *213*	هندبا برّية/هندبا البنّ/ هندبا بنّية	**Cichorium intybus** L.	Asteraceae نَجميّات
جُمعت في موطنها الأصلي، المملكة العربية السعودية	desert hyacinth, *120*	مُكحّلة صحراوية	**Cistanche tubulosa** (Schenk) Hook. f.	Orobanchaceae جعفيليّات
"موطنها الأصلي أميركا الشمالية وآسيا (الصين، الهند، منغوليا)	clematis, *106*	ظيّان، ياسمين البرّ	**Clematis tangutica** (Maxim.) Korsh.	Ranunculaceae حوذانيّات
جُمعت في بوركينا فاسو؛ موطنها الأصلي المنطقة الاستوائية من العالم القديم	cat whiskers, African spiderflower, *20*	ذَفِرة، زهرة العنكبوت الأفريقية	**Cleome gynandra** L.	Capparaceae كبريّات
جُمعت في مدغشقر	spiderflower, *178*	ذِفرة زهرة العنكبوت	**Cleome** L. sp.	Capparaceae كَبريّات
التُقطت صورته في شمال المكسيك	no common name, *155*	لا اسم شائع له	**Cnidoscolus** Pohl sp.	Euphorbiaceae فربيونيّات
جُمعت في أستراليا الغربية؛ موطنه الأصلي أستراليا	desert poplar, native poplar (Australia), *208*, *209*	حور صحراوي، حور محلّي (أستراليا)	**Codonocarpus cotinifolius** (Desf.) F. Muell.	Gyrostemonaceae جيروستمونيّات
موطنه الأصلي جنوب أفريقيا	large-fruited Bushwillow, Raasblaar, *78*	عسم، قمبريط كبير الثمر، راسبلار	**Combretum zeyheri** Sond.	Combretaceae عسميّات
مزروع في كيو؛ موطنه الأصلي جنوب أوروبا	larkspur, *99*	عائق، دلفينيون	**Consolida orientalis** (M. Gay ex Des Moul.) Schrödinger (syn. **Delphinium orientale** M. Gay ex Des Moul.)	Ranunculaceae حوذانيّات
جُمع في جنوب أفريقيا	no common name, *196*	لا اسم شائع له	**Crassula pellucida** L.	Crassulaceae مُخلَّدات
موطنه الأصلي جنوب أفريقيا (الكاب الشرقي)	no common name, *197*	لا اسم شائع له	**Crassula pellucida** ssp. **marginalis** Toelken	Crassulaceae مخلّدات
موطنه الأصلي منطقة المتوسّط	cumin, *83*	كمّون	**Cuminum cyminum** L.	Apiaceae خيميّات
موطنه الأصلي كوينزلاند، استراليا	no common name, *36*	لا اسم شائع له	**Cycas megacarpa** K.D. Hill	Cycadaceae سيكاسيّات
موطنه الأصلي اليابان	sago palm, *37*	نخل الدقيق، ساغوتيّة، ساغو	**Cycas revoluta** Thunb.	Cycadaceae سيكاسيّات
مزروعة في كيو؛ موطنها الأصلي اليونان وقبرص وتركيا	Greek sowbread, *85*	عرطنيثا يونانية، بخور مريم يوناني	**Cyclamen graecum** Link	Primulaceae ربيعيّات
جُمعت في المملكة المتحدة؛ موطنها الأصلي أوروبا وأميركا الشمالية	ivy-leafed toadflax, *143*, *144*	كتّانيّة لبلابية الورق	**Cymbalaria muralis** P. Gaertn., B. Mey. & Scherb.	Plantaginaceae حمليّات
جُمعت في المملكة المتحدة؛ موطنها الأصلي أوروبا	common spotted orchid, *128*, *129*	سحلبية مرقّطة شائعة	**Dactylorhiza fuchsii** (Druce) Soó	Orchidaceae سحلبيّات
جُمعت في المملكة المتحدة؛ موطنها الأصلي أوروبا	starfruit, *162*	قلنباق/ كرمبولة	**Damasonium alisma** Mill.	Alismataceae أليمستيّات
موطنها الأصلي غرب الولايات المتحدة	California pitcher plant, cobra lily, *102*, *103*	عشبة الأباريق الكاليفورنية	**Darlingtonia californica** Torr.	Sarracenhaceae بوقيّات
مزروع في كيو؛ موطنه الأصلي وسط وشرق المتوسّط	larkspur, *98*, *182*	عائق، دلفينيون	**Delphinium peregrinum** L.	Ranunculaceae حوذانيّات
موطنه الأصلي جنوب فرنسا وكورسيكا وسردينيا	larkspur, *99*	عائق، دلفينيون	**Delphinium requienii** DC.	Ranunculaceae حوذانيّات
جُمعت في المملكة المتحدة؛ موطنها الأصلي جنوب غرب وغرب وسط أوروبا	purple foxglove, *12*, *13*	قمعية أرجوانية	**Digitalis purpurea** L.	Plantaginaceae حمليّات
موطنه الأصلي جنوب شرق آسيا	keruing gombang (Malay), *91*	كروينغ غومبانغ (مالايية)	**Dipterocarpus cornutus** Dyer	Dipterocarpaceae مجنّحيّات الثمر
موطنه الأصلي جنوب شرق آسيا	keruing bajan (Malay), *90*	كروينغ باجان (مالايية)	**Dipterocarpus costulatus** Slooten	Dipterocarpaceae مجنّحيّات الثمر
موطنه الأصلي جنوب شرق آسيا	keruing belimbing (Malay), *91*	كروينغ بليمبنغ (مالايية)	**Dipterocarpus grandiflorus** (Blanco) Blanco	Dipterocarpaceae مجنّحيّات الثمر
مزروعة في كيو؛ موطنها الأصلي من المكسيك إلى أرض النار	Winter's bark tree, *44*, *45*	شجرة لحاء ونتر	**Drimys winteri** J.R. Forst. & G. Forst.	Winteraceae ونتريّات
موطنها الأصلي جنوب أفريقيا	Cape sundew, *117*	نديّة الكاب، دروسيرة الكاب	**Drosera capensis** L.	Droseraceae ندويّات
موطنها شرق الولايات المتحدة	pink sundew, *238*, *239*	نديّة وردية، دروسيرة شعرية	**Drosera capillaris** Poir.	Droseraceae ندويّات
موطنها الأصلي جنوب أفريقيا، الكاب الغربي	cistus-flowered sundew, *116*	ندية قستوسية الزهر	**Drosera cistiflora** L.	Droseraceae ندويّات
جُمعت في بلجيكا	spoonleaf sundew, *240*, *241*	ندية ملعقية الورق، دروسيرة وسطى	**Drosera intermedia**	Droseraceae ندويّات
موطنها الأصلي جنوب أفريقيا والموزمبيق ومدغشقر	Natal sundew, *239*	ندية الناتال	**Drosera natalensis** Diels	Droseraceae ندويّات
موطنه الأصلي جنوب شرق آسيا	kapur (Malay), *90*	كابور (مالايية)	**Dryobalanops aromatica** Gaertn.	Dipterocarpaceae مجنّحيّات الثمر
جُمع في المملكة المتحدة؛ موطنه الأصلي المناطق الشمالية المعتدلة	male fern, *24*, *25*	سرخس ذكر	**Dryopteris filix-mas** (L.) Schott	Dipterocarpaceae سرخسيّات
جنوب شرق آسيا	durian, civet fruit, *154*	دوريان	**Durio zibethinus** Murray	Malvaceae خبّازيّات
جُمعت في موطنها الأصلي مدغشقر	Raosy palm, *68*	دبسيس سكوت	**Dypsis scottiana** (Becc.) Beentje & J. Dransf.	Arecaceae نخليّات
موطنه جنوب أفريقيا	no common name, *180*	لا اسم شائع له	**Encephalartos inopinus** R.A. Dyer	Zamiaceae زاميّات
موطنه جنوب أفريقيا وسوازيلاند	no common name, *35*	لا اسم شائع له	**Encephalartos laevifolius** Stapf & Burtt Davy	Zamiaceae زاميّات
موطنه الأصلي المناطق الاستوائية من أميركا وأفريقيا	sea-heart, *136*	قلب البحر	**Entada gigas** (L.) Fawc. & Rendle	Fabaceae قرنيّات
مزروع في كيو؛ موطنه الأصلي الصين واليابان	bluestem joint fir, Ma huang, *38*	تنّوب مفصلي أزرق الساق، ما هوانغ	**Ephedra equisetina** Bunge	Ephedraceae علنديّات
جُمعت في المملكة المتحدة؛ موطنها الأصلي المناطق الشمالية المعتدلة	rosebay willowherb, fireweed, *108*, *109*	سنفيّة ضيّقة الورق، عشبة النار	**Epilobium angustifolium** L.	Onagraceae أخدريّات
جُمع في المملكة المتحدة؛ موطنه الأصلي أوروبا	bell heather, *4*	خلنج رمادي	**Erica cinerea** L.	Ericaceae خلنجيّات
موطنه الأصلي جنوب الولايات المتحدة (فلوريدا، جورجيا)، المكسيك؛ أميركا الوسطى والجنوبية؛ الهند الغربية وأفريقيا الاستوائية	wild coco, *22*	جوز هند برّي	**Eulophia alta** (L.) Fawc. & Rendle	Orchidaceae سحلبيّات
نبات حدائق رائج الاستعمال؛ موطنه الأصلي أوروبا الوسطى والشرقية	cushion spurge, *139*	فربيون الوسادة	**Euphorbia epithymoides** L.	Euphorbiaceae فربيونيّات
جُمع في المملكة المتحدة؛ موطنه الأصلي أوراسيا وشمال أفريقيا	sun spurge, madwoman's milk, *138*	فربيون الشمس	**Euphorbia helioscopia** L.	Euphorbiaceae فربيونيّات
جُمع في لبنان	spurge, *202*	فربيون	**Euphorbia** L. sp.	Euphorbiaceae فربيونيّات
جُمع في المملكة المتحدة؛ موطنه الأصلي أوروبا	petty spurge, *203*	فربيون ببلوس	**Euphorbia peplus** L.	Euphorbiaceae فربيونيّات
جنس أحادي النوع من جنوب الشيلي وجنوب الأرجنتين	Patagonian cypress, *30*	سرو باتاغوني	**Fitzroya cupressoides** (Molina) I.M. Johnst.	Cupressaceae سرويّات
جُمع في مالي	no common name, *256*	لا اسم شائع له	**Floscopa glomerata** (Willd. ex Schult. & Schult. f.) Hassk.	Commelinaceae كُمّلينيّات
موطنها جنوب أفريقيا	wild gardenia, *147*	غاردينيا برّية	**Gardenia thunbergia** Hiern	Rubiaceae فُوّيّات
موطنها الأصلي شرق الصين	ginkgo, maidenhair tree, *38*	جنكة ذات شقّتين	**Ginkgo biloba** L.	Ginkgoceae جنكيّات
جُمع في بوركينا فاسو؛ منتشر على نطاق واسع في المناطق الحارة والاستوائية	lotus sweetjuice, glinus, *62*	غلينوس	**Glinus lotoides** L.	Molluginaceae مولوجينيّات

ملاحظات (الهوامش)

1. من هنا اسمها العلمي، المشتق من اليونانية: كريبتوس= مخبّأ + غامين = تزوّج، جامع؛ ويشير إلى «أولئك الذين يتجامعون في السر».

2. تشير العبارة «تناوب الأجيال» إلى التناوب المنتظم بين جيل منتج للأبواغ، يُدعى نابت بوغي، وجيل ينتج أمشجة (أي خلايا أنثوية وخلايا ذكريّة)، يُدعى نابت مشيجي.

3. الحق يُقال، ليس النابت البوغي في الحزاز قادرًا على أن ينمو إلى حجم أكبر. ويعود السبب في ذلك إلى مجاريها البدائية. لا يمتلك الحزاز بعد أي جذور حقيقية أو شبكة من الأوعية لنقل الماء بشكل فاعل من التربة إلى جسم النبتة. وإذا نما إلى مزيد من العلو، فلن يكون جهازه الناقل للمياه قادرًا على تعويض الماء الذي يتبخّر من الأوراق.

4. إن سبب إنتاج هذا العدد الكبير من عاريات البذور لكمية من حاملات البويضات أكبر مما تحتاج إليه للحصول على جنين أمرٌ غير أكيد. والمرجح أن هذا الهدر الظاهري للمادة والطاقة هو خاصية بدائية موروثة من سليفاتها غير الحاملة للبذور.

5. من العدل أن نقول إن النباتات المزهرة تشمل أيضًا بعض عاريات البذور والبنتّيتاليّات المنقرضة الشبيهة بالسيكاسيّات وبنتيكزيلون الوثيقة القرابة بها ورتبة الجنتويّات الحالية (التي تشمل الأجناس الثلاثة إيفدرا وجنتوم وفلفيتشيا).

6. هذا ما يقوله همفري بوغارت (ريك في الفيلم) إلى كلود راينز (لوي) في نهاية الفيلم كازابلانكا (1942).

7. تحمل هذا الاسم بسبب أوراقها الزغبة قليلاً تبدو كالورق المقوّى عند فركها.

8. في الميثولوجيا الإغريقية، كان هرمافروديتوس اسم ابن هرمس وأفروديت البهي الطلعة، الذي اتحد في جسم واحد مع الحوريّة سالماسيس — نصف رجل ونصف امرأة.

9. مقابل الوزيم المتحد الأخبية هناك الوزيم السائب الأخبية الذي وصفناه سابقًا. وتشير الكلمة «وزيم» إلى مجمل الأخبية في الزهرة، بغض النظر عمّا إذا كانت متحدة أو سائبة.

10. في معظم كاسيات البذور البدائية مثل فصيلة الأنيسون النجمي (جاذبيّات)، يمكن لكل بويضة أن تُطلق أكثر من خلية بوغية كبيرة أم (مثل 3–8 في إيلّيسيوم مكسيكانوم)، مع أن بوغًا كبيرًا عاملاً واحدًا يبقى عادةً على قيد الحياة في النهاية.

11. أظهرت الأبحاث الحديثة أن كيس الجنين النموذجي، الذي يشمل سبع خلايا وثماني نوى، والذي نجده في 99 % من كاسيات البذور، قد يكون نشأ من تضاعف كيس جنين أبسط مؤلّف من أربع خلايا وأربع نوى، مثلما نجده في بعض من أكثر أعضاء المجموعة بداءةً، كالنيلوفر (نيلوفريّات) مثلاً وفصيلة الأنيسون النجمي (جاذبيّات).

12. ليس لدى كاسيات البذور البدائية القليلة الموجودة حاليًا التي تملك كيس جنين بأربع خلايا سوى نواة واحدة في الخلية المركزية وتنتج بالتالي سويداء ثنائية الصبغيّات وليس ثلاثية الصبغيّات.

13. بحسب كورنر (1976)، لا تمثّل الطبقة اللحمية التي تغلّف بذرة المنغوستين زائدة سرّيّة صالحة للأكل بل الطبقات الداخليّة المعدّلة لغلاف الثمرة التي تلتصق بغلاف البذرة.

14. سباستيان سمي، معرض عام لأعمال المصوّر جيلز ريفيل والرسّام مارك فيرنينغتون في متحف التاريخ الطبيعي في لندن. دايلي تلغراف، 1 أيّار/ مايو 2004.

15. د. ه. والتر لاك، كتبه في مقدّمة
.Garden Eden، Masterpieces Botanical of Illustration
كولونيا، تاشن، 2001

16. م. غيسبورن، من « Painting Humanist (Post–)into Excursions »،
Dead and Alive،،Natural History Painting of Mark Fairnington
لندن،2002 ، Publishing Dog Black

17. د. ت. ديفي،metaphysics without beauty Natural ، نُشر في
،Landscape natural beauty and the arts
University Press Cambridge ،1993

البـذور

كبسولات الحياة الزمنية

مدينة الملك عبدالعزيز
للعلوم والتقنية KACST

انسَ كل ما قد تكون فكّرت فيه حيال بروتوكولات العلم والفن المفصول بعضها عن بعض بعناية.

Audubon

هناك بذور عائق تحيط بها تنانير راقصات فلامنكو رقيقة وبذور زهرة الحقول تبدو كمركبة فضائية مسافرة بين النجوم وبراعم ورديّات وسنفيّات تنتش شعورًا مثل مجسّات تتلوّى فوق مخلوق بحري من شعب مرجاني.

BBC Wildlife

كلمات رائعة، صور رائعة، تقديم رائع... يكاد المرء يلمس بنى البذور التي تقفز من الصفحات.

Lab Times

عمل ملهم ببساطة.

Biologist



ISBN 978-603-8049-88-4
9 786038 049884